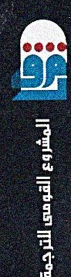
المركز القومى للترجمة



كيف تبنى آلة زمن؟

تأليف: بول ديفيز

ترجمة: منير شريف

مراجعة: عادل يحيى أبو المجد

1463

كيف تبني آلة زمن

المركز القومى للترجمة
إشراف: جابر عصفور

- العدد: 1463
- كيف تبنى آلة زمن
- بول ديفيز
- منير شريف
- عادل يحيى أبو المجد
- الطبعة الأولى 2010

هذه ترجمة كتاب :
How to Build a Time Machine
By: Paul Davies

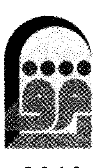
شارع الجبلاية بالأوبرا - الجزيرة - القاهرة ت: ٢٧٣٥٤٥٢٤ - ٢٧٣٥٤٥٢٦ - فاكس : ٢٧٣٥٤٥٥٤
EL- Gabalaya st., Opera House, El Gezira, Cairo
e.mail:egyptcouncil@yahoo.com Tel.: 2735424 – 2735426
Fax: 27354554

كيف تبنى آلة زمن

تأليـف : بول ديفيز

ترجمة : منير شريف

مراجعة : عادل يحيى أبو المجد



2010

بطاقة الفهرسة
إعداد الهيئة العامة لدار الكتب والوثائق القومية
إدارة الشئون الفنية

ديفيز ، بول

كيف تبنى آلة زمن/ تأليف: بول ديفيز ، ترجمة: منير شريف،

مراجعة: عادل يحيى أبو المجد

ط ١ - القاهرة : المركز القومى للترجمة ، ٢٠١٠

١٩٦ ص ، ٢٤ سم

١ - القصص الإنجليزية .

٢- القصص العلمية .

(أ) شريف؛ منير (مترجم)

(ب) أبو المجد ؛ عادل يحيى (مراجع)

(جـ) العنوان ٨٢٣

رقم الإيداع ٢١٢٠٣ / ٢٠٠٩

الترقيم الدولى: I.S.B.N - 978 - 977- 479 - 664 - 1

طبع بالهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية

المحتويات



تاريخ موجز لظاهرة ارتحال الزمن

١٨٩٥ هربرت ج. ويلز **H.G. Wells** ينشر "آلة الزمن" **The Time Machin**.

١٩٠٥ ألبرت أينشتاين **Albert Einstein** ينشر نظريته عن النسبية الخاصة **Special theory of relativity**: التنبؤ بتمدد الزمن أو تمديده.

١٩٠٨ حدس أينشتاين بأن الجاذبية تبطئ الزمن.

١٩١٥ نشر أينشتاين نظريته عن "النسبية العامة" **General theory ofrelativity**.

١٩١٦ يقدم كارل شوارزتشيلد **Karl Schwarzschild** أول منطوق لـ "البقع السوداء/ الشق الدودى" كحل للنسبية العامة.

١٩١٧ اكتشاف لودفيج فلام **Ludwig Flamm** لسلوك شق دودى والذى سبق أن قدمه شوارزتشيلد كحل.

١٩١٧ يقترح أينشتاين قوة كونية مضادة كأول حدس عما يسمى "مضاد الجاذبية" **antigravity**.

١٩٣٤ التنبؤ بأن البقع السوداء تتشكل من النجوم المنهارة.

١٩٣٥ مناقشة الاقتراح المسمى "معبر: أينشتاين – روزن" **"Einstein – Rosen bridge"** (الشق الدودى).

١٩٣٧ يكتشف دبليو ج. ستوكم **W.J. Stockum** أول حل لمعادلة أينشتاين عن "حلقات" الزمن.

١٩٤٠ لأول مرة تتم ملاحظة "تمدد الزمن" بوضوح.

١٩٤٨ يجد كيرت جودل **Kurt Gödel** أن الكون المتعاقب يسهم بدور فى ارتحال الزمن.

١٩٤٨ أول مناقشة لما اكتشفه كازيمير **Casimir** وسمى "تأثير كـــازيمير " عـــن حالات الطاقة السلبية الكمية.

١٩٥٧ حدس جون هويلر **John Whealer** بوجود الشقوق الدودية.

١٩٥٨ يقترح هوج إيفرت الثالث **Hugh Everett I** الأكوان المتعددة والحقـــائق المتوازية كتأويل أو تفسير لميكانيكا الكم.

١٩٦٣ يبدأ د. هو **D.Who** برنامجه على تليفزيون الـــ بى بى سى **BBC**.

١٩٦٣ يكتشف روى كيـــر **Roy Kerr** أن البقـــع الـــسوداء المغزليـــة الحركـــة (الحلزونية) يمكن أن تحتوى على حلقات للزمن.

١٩٧٤ أشعة سيجنس إكس-١ **Cygnus X-1**، (الأشعة الصادرة عن برج البجعة) كاكتشاف يؤكد - وإعلان صريح - لوجود البقع السوداء عن طريق أشعة **X** الصادرة عن قمر صناعى تابع.

١٩٧٤ يُظهر فرانك تبلر **Frank Tipler** إمكانية السفر فى الزمن بـــالقرب مـــن السليندرات المتعاقبة (الدوارة) المتناهية.

١٩٧٧ مناقشة فكرة أن البقع السوداء تعتبر بوابات لطرق تؤدى لأكوان أخرى.

١٩٨٥ الإذن بنشر "العودة للمستقبل" **Backto the Future**.

١٩٨٥ كارل ساجان يكتب روايته "اتصال" **Contact**.

١٩٨٩ يستهل كيب ثورن **Kip Thorne** بدراسة آلات الزمن عبر الشق الدودى.

١٩٩٠ يقترح ستيفن هوكنج **Stephen Hawking** حدس "ما يقدمه التتابع الزمنى من حمايـــة" **Chronology Protection**.

١٩٩١ يصل ريتشارد جوت الثالث **Ritchard Gott III** لفكرة "آلة زمـــن الـــوتر الكونى".

١٩٩٩ نشر كتاب ميشيل كريتون **Michael Crichton** "خط الزمن" **Timeline**.

مقدمة المراجع

كم داعبت فكرة الانتقال من زمن إلى زمن آخر خيال المفكرين والكتاب. وربما يكون أول ما وصل إلينا مما كُتب فى هذا الموضوع هو الكتاب الذى ألّفه صمويل مادن عام ١٧٣٣ بعنوان "ذكريات القرن العشرين"، والكتاب عبارة عن مجموعة من الوثائق الحكومية التى تخيل المؤلف أنها صيغت عام ١٩٧٧ تصف ما يجرى فى هذا العام وأرسلت إلى الحكومة البريطانية القائمة عام ١٧٢٨ بواسطة ملاك، لكن المؤلف لم يذكر كيف حصل الملاك على هذه الوثائق وكيف عاد بها قاطعًا ٢٥٠ عامًا، وفى رواية أخرى لمؤلف مجهول نشرت بداية القرن التاسع عشر فى مجلة أدبية باسكتلندا ثمة مسافر يجلس فى المحطة، فيجد نفسه فجأة وقد غادر إلى القرون الوسطى قاطعًا ألف عام وجالسًا فى معيّة قس يحكى له عن التطور الذى سوف يحدث خلال الألف عام التى قطعها.

توجد عشرات المؤلفات الأخرى التى نشرت خلال القرن التاسع عشر عن مسافر قادم من المستقبل، وإن كانت هذه المؤلفات لا تُبيّن بوضوح ما إذا كان المسافر قد سافر فعلاً أم أنه قد رأى ما يحكيه فى المنام، وقد ساهم فى هذا النشاط مؤلفون مشهورون منهم مثلاً مارك توين الذى ألف رواية بعنوان "يانكى من كونيكيت فى بلاط الملك آرثر".

لكن أولى القصص المعقولة عن السفر عبر الزمن كتبها/ هـ. ج. ويلز عام ١٨٩٥ بعنوان "آلة الزمن" وفيها استخدم المسافر التكنولوجيا المعاصرة لبناء آلة تستطيع التنقل بين أزمنة مختلفة، وسافر بها مرة إلى الماضى ومرة إلى المستقبل، وقد قدمت هوليود ثلاثة أفلام مستوحاه من هذه القصة فى الأعوام ١٩٦٠ و١٩٧٨ و ٢٠٠٠، ومنذ ذلك الحين أصبح السفر بين الأزمنة المختلفة من المواضيع المحببة فى الأدب والسينما بل وألعاب الفيديو.

وقد أسهمت النظرية النسبية فى شحذ همَّة الأدباء لتأليف روايات عن السفر عبر الزمن، فالنظرية النسبية تعتبر الزمن بعدًا رابعًا بالإضافة إلى الأبعاد الكامنة الثلاثة مثلاً من الغرب إلى الشرق، ومن الجنوب إلى الشمال ومن أسفل إلى أعلى، وهكذا فإن الزمن والمكان يشكلان وحدة واحدة هى الزمكان كما يسميها الفيزيائيون، ومثلما يمكن تغيير اتجاه المحاور المكانية – فنقيس المسافة بالنسبة لاتجاه الشمال الشرقى بدلاً من اتجاه الشمال فإننا يمكن إجراء تحويلات هندسية تجعل الانتقال من مكان إلى مكان يبدو بعدها انتقالاً من زمان إلى زمان آخر.

يتحاشى الفيزيائيون استخدام كلمة "سفر" أو "حركة"، فهى تعنى انتقال جسم من مكان إلى مكان آخر فى أثناء "مرور الزمن"، لكنهم يتحدثون عن "منحنيات شبه زمنية" و "خطوط عالمية" تسمح للأشياء بالعودة إلى ماضيها، ومن ضمن ما يعتبر بديهيًا فى النظرية النسبية أنه إذا غادر مسافر الأرض بسرعة تقارب سرعة الضوء فإنه عندما يعود إليها سوف يجد أن الزمن الذى مر على الأرض أطول من الزمن الذى مر عليه، فإن استغرق فى رحلته عامًا على سبيل المثال وجد أن الزمن الذى مر على الأرض أحد عشر عامًا، فكأنه يكون قد سبق زمانه بعشرة أعوام – وهكذا يكون قد تمكن من السفر إلى المستقبل !إلا أن النظرية النسبية لا تقول لنا كيف نحسب الزمن الذى انقضى فى "الحقيقة" بين السفر والعودة.

ويختلف العلماء فى تقبلهم لفكرة السفر من عصر إلى آخر، ولكن معظمهم يجمعون على استحالة السفر إلى الماضى، إذ أن هذا يتناقض مع السببية، فالمسافر إلى الماضى يستطيع من حيث المبدأ إن يلتقى بجده (الصغير حينئذ) فيقتله قبل أن يتزوج وقبل أن يولد أبو هذا المسافر. ويؤكد عالم الفيزياء الشهير ستيفن هوكينج أن عدم التقائنا بمسافر قادم من المستقبل حتى يومنا هذا يُعتبر دليلاً دامغًا على استحالة السفر إلى الماضى، وإن كان هذا القول مردود عليه بأن السفر من المستقبل إلى عصرنا هذا ربما لم يحدث، أو أن القادمين من المستقبل لم يرغبوا فى جعلنا نشعر بهم.

خلاصة القول إن الانتقال بين الأزمنة ما زال موضوعًا يختلف فيه العلمـــاء، وهناك اجتهادات علمية متعددة بعضها فى صالح السفر عبر الزمن وأخرى فى غير صالحه. هذه وتلك هى ما يتعرض له مؤلف هذا الكتاب، فهو يشرح بإسهاب وبساطة أصعب النظريات العلمية فيجعلها فى متناول العامة وتناقش الأفكار المختلفـــة عـــن السفر الزمنى سواء تلك التى تعتبره ممكنًا أم تلك التى تعتبره مستحيلاً.

وقد استطاع المترجم أن يعرض هذا الموضـــوع الـــصعب بلغـــة ســـهلة وإن لم تخلُ من البلاغة، وساعده فى ذلـــك دراســـاته الفلـــسفية والكتـــب التـــى سبق أن قام بترجمتها عن دور الفيزيـــاء فـــى اكتـــشاف حقـــائق العـــالم الـــذى نعيش فيه.

أ.د. عادل أبو المجد



مقدمة المترجم

على سبيل الاستهلال :

نعم قارئى العزيز تظن من النظرة الخاطفة لعنوان الكتاب - وبالأحرى الكتيب - أنه من قبيل الخيال العلمى، وقد كانت الفكرة كذلك عندما أنشأها كرواية من هذا النوع الكاتب الأشهر هربرت ج. ويلز **H.G. Wells** عام ١٨٩٥ بعنوان "آلة الزمن" - وليس كيف تبنيها أو تصنعها - وسرعان ما اشتهرت، ومن ثم تلقفتها ماكينة هوليود الضخمة لتحيلها إلى أفلام سينمائية تجنح إلى الخيال النسبى قديمًا وحديثًا أيضًا، تم حديثًا جدًا أفلام تعتمد على الأساس العلمى على نحو ما، وإذا لم تخنى الذاكرة المرهقة كان آخرها والذى عرض فى مصر تحت مسمى "اتصال" - والذى كان ترجمة حرفية للعنوان الأصلى للفيلم وبما يفيد مغزاه الفعلى- وقامت بدور اللاعب الرئيسى فيه الفنانة الأمريكية المعروفة جودى فوستر.

ولكن تريث يا صديقى فما بين يديك قام بتأليفه عالم حقيقى فى الطبيعة النظرية منحازًا لدراسة الكونيات وبالأخص البيولوجيا الكونية - أى البيولوجيا خارج كوكب الأرض - حيث يشغل الآن منصبا اسشاريا فى مجال الأستروبيولوجى **Astrobiology** أى الإحياء الفلكى (حرفيًا) فى المركز الاستشارى للبيولوجيا الفلكية بإحدى جامعات أستراليا - باعتباره إنجليزى المولد والجنسية - وعلى ذلك يصبح المُؤلِّف جادًا وليس من قبيل الهزل؛ لأن الفكرة التى كانت فى البدء خيالية فى أخريات القرن التاسع عشر أصابها بدورها التطور - شأنها شأن العضويات الحية - وأيضًا الاختيار حين تناولها العلماء بالجدية الواجبة وبالصرامة العلمية المعهودة ما بين جدل علمى رصين، واختبارات فيزيائية ورياضية لتصبح مجالاً

علميًا جديدًا له علماؤه ومتخصصوه، وإن ظلت - حتى الآن - غير عملية التحقيق فى الواقع، ولكن جلنا يتذكر فى النصف الثانى من القرن الماضى أن السينما أو الرواية حين عرضت لفكرة قيام أحد بزيارة كوكب القمر والتجوال على أرضه، كيف كنا نشعر بمدى إفراط الفكرة فى الخيال، وبعدها بعقود قليلة أصبحت أمرًا واقعًا نعيشه. وعلى الجملة فلن يتوقف العلم أبدًا عن تحقيق مراميه.

ولتقديرى بأننى لا أود الإطالة فى هذا الاستهلال بدون مبرر إلا أنه بقيت نقطة لها نصيب من أولويات ما يجب - كما أعتقد - أن يشاركنى القارئ فيها - وهى تتعلق بإيمانى المطلق بالعلم كأسلوب حياة وتنمية وعمران للأرض، ومن ثم فعلى من يستطيع أن يجاهد فى نقل ما يقدر عليه من معارف الغرب أو الشرق البعيد إلى الناس فى مصر وسائر الناطقين بالضاد أن يفعل وبأقصى ما يستطيع، خاصة بعد أن حُسم قصب السبق لصالحهم حتى ولو نسينا. ولم يعد أمام القارئ - غير المتخصص - إلا أن يلم بكيف يفكر هؤلاء ؟ وأى المجالات يرتادون ؟

لعل وعسى ! فمن يدرى ماذا سيحدث غدًا ؟

منير شريف

العجوزة فى أكتوبر
٢٠٠٧

شكر واجب

أشعر بالامتنان للكثير ممن ساعدونى فى هذا الكتاب. كما أدين بشكر خاص للزملاء جيرارد ميلبورن **Gerard Milburn** ودافيد ديلتشير **David Wiltshire** وأيضًا وكيل أعمالى جون بروكمان **John Brockman** وناشر أعمالى فى بنجوين للكتب **Penguin Books** ستيفن ماكجراس **Steven McGrath**.

بول ديفنير

مقدمة المؤلف

"مشاعر الخوف تحيط بى من محاولة نقل هذا الشعور الغريب الناجم عن الارتحال فى الزمن.. إنه غير ممتع إلى أبعد حد". هـ. ج. ويلز.

"السفر عبر الزمن هو مما لا يمكن تصوره" كينجزلى آميس Kingsley Amis.

ماذا لو أمكن بناء آلة يمكنها أن تنقل الإنسان عبر الزمن ؟

هل هذا مما يمكن تصديقه أو الوثوق فيه ؟

اعتقد قليل من الناس منذ مئات مضت من السنين فى إمكانية قيام الإنسان برحلة فى الفضاء الخارجي. وكان الارتحال فى الزمن، كما فى الفضاء الخارجي محض خيال علمى. اليوم أصبحت سفن الفضاء توشك أن تعتبر من الأمور العامة. وربما يصبح شأن السفر فى الزمن يومًا ما كذلك أيضًا ؟

السفر فى الزمن من السهل تخيله. مجرد أن ترتقى آلة الزمن، وتضغط على عدة أزرار قليلة، ثم تنزل منها ليس فى مجرد مكان آخر وإنما فى زمن غير الزمن – أعنى فى زمان ومكان آخرين. وكتَّاب الخيال العلمى أثاروا هذا الشأن بشكل تغلب عليه الجرأة مرات ومرات منذ ألهب هـ. ج. ويلز خيالهم بنشر روايته الشهيرة "آلة الزمن" عام ١٨٩٥.

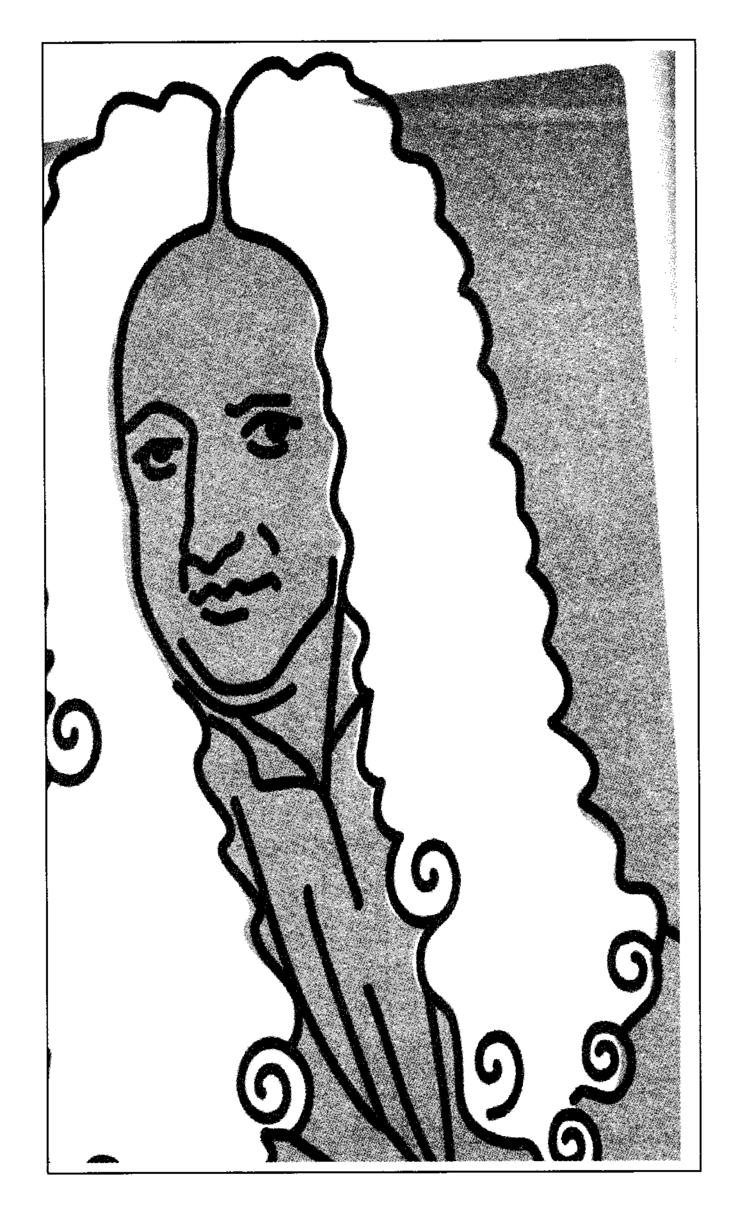
كما ملأت الإثارة مشاعر المتفرجين (ومن بينهم المؤلف نفسه) لدى مشاهدتهم مغامرات "د. هو" والسيدة الجذابة المصاحبة له. كما جعلت أفلام السينما مثل "العودة للمستقبل" و "خط الزمن" الأمر كما لو كان ميسورًا.

وعلى هذا، فهل يتسنى ذلك ؟ هل السفر فى الزمن يمثل إمكانية علمية ؟

تكشف عدّة دقائق من التفكير عن بعض الأسئلة المخادعة. أين يقع بالضبط كل من الماضى والمستقبل ؟ من المؤكد أن الماضى قد اختفى ولا يمكن استعادته، بينما المستقبل لم يأت بعد إلى الوجود ؟ كيف للمرء أن يذهب إلى عالم غير موجود ؟ ولو تركنا ذلك جانبًا فماذا عن التناقض الذى يستحيل تجنبه والذى ينجم عن زيارة المرء للماضى وتغييره ؟ ماذا سيكون أمر الحاضر إذن ؟ ولو أن السفر للزمن من الأمور السهلة ماذا سيكون بشأن الوقت بالنسبه للسياح القادمين من الماضى الذين سيزورون مجتمع القرن الواحد والعشرين ؟

لا شك إذن فى أن السفر فى الزمن ينشئ لنا بعض المشكلات الجادة حتى بالنسبة للفيزيائيين الذين اعتادوا ارتياد الأفكار المدهشة وغير المألوفة مثل "المادة المضادة" "**Antimatter**" و "الثقوب السوداء" **black holes**. ولكن ربما يرجع هذا. إلى أننا نوجه نظرنا للزمن بشكل خاطئ. وبعد كل شيء فإن نظرتنا للزمن قد تغيّرت بشكل درامى عبر السنين، ففى الثقافات القديمة كانت تلك النظرة مرتبطة بالعمليات والتغيّر، ومتجذرة فى دورات الطبيعة وإيقاعها. ومؤخرًا اتجه إسحق نيوتن إلى وجهة نظر أكثر تجريدًا وأكثر ميكانيكية "زمن مطلق وحقيقى ورياضى، ويتدفق بالتساوى بعيدًا عن العلاقة بأى شيء خارجى وفق تعبيره هو، وهى النظرة التى حظيت بالقبول لدى العلماء لمائتى سنة بعده.

كل واحد افترض، دون التساؤل عن هذا، أنه مهما فضل أحد تعريفًا معينًا فإن الزمن هو الزمن فى كل مكان وبالنسبة لكل الناس. وبكلمات أخرى فهو "الزمن" مطلق وكونى أو عالمى. ومن الصحيح أننا نشعر بمرور الزمن على نحو من الاختلاف طبقًا لحالاتنا المزاجية، إلا أن الزمن نفسه هو ببساطة الزمن. وهدف المنبه أو الساعة هو تنحيه التشوهات العقلية للزمن جانبًا، وتسجيل حالة الزمن موضوعيًا.



Sir Isaac Newton سير إسحق نيوتن

ومن الواضح – من خلال هذه النظرة – أنه يمكن تقسيم الزمن إلى شرائح ثلاث: الماضى والحاضر والمستقبل. والحاضر – الآن – هو اللحظة الزائلة من الحقيقة الفعلية، والماضى ذهب بدوره إلى التاريخ – مجرد ظل فى الذاكرة، والمستقبل لا يزال غامضًا ولم يتشكل بعد. ومن المهم بصفة عامة أن اللحظة الحاضرة عبر الكون كله هى نفسها ومتكافئة مع لحظتى ولحظتك أيًا ما كان موقعك من الكون وأيًا كان ما يفعله كل منا. هذا هو الحس العام بالنسبة للزمن والذى يمثل استخدامنا له فى حياتنا اليومية. وقليل من الناس قد يفكرون فيه على نحو مختلف. إلا أن هذا خطأ شديد، وخطأ جاد أيضًا.

وهذا لم يعد صحيحًا وبوضوح منذ أفول القرن العشرين، وارتبط بشدة وضع الزمن المتدفق كفكرة نتداولها فى حياتنا اليومية باسم أينشتاين ونظريته عن النسبية والتى هدمت نظرة نيوتن لكل من المكان والزمان واستخلصت عدم جدوى تقسيم الزمن إلى ماضى وحاضر ومستقبل باعتباره تقسيما لا معنى له، ومهدت الطريق إلى "السفر فى الزمن".

وقد انقضى الآن أكثر من قرن على طبع ما سمى بنظرية النسبية الخاصة عام ١٩٠٥، والتى لقيت تقريبًا قبولاً مباشرًا من الفيزيائيين. وعبر عقود تم وضعها محلاً لاختبارات عديدة ومُجهدة، وثمة إجماع حاليًا بين العلماء على أن "الزمن نسبى" وأن الفكرة التى رددها الحس العام عن أن الزمن مطلق وكونى هى التى أصبحت من قبيل الخيال العلمى. ومع ذلك فإن نسبية الزمن ما زالت تمثل للعامة نوعًا من الصدمة. ويبدو أن الكثيرين لم يسمعوا بها بعد، والبعض منهم وبشكل سطحى لا يصدقونها حينما تذكر أمامهم رغم الأدلة التجريبية الواضحة.

وفى الفصول القادمة سوف نرى كيف أن النظرية النسبية تستخدم شكلاً محدودًا لإمكانية السفر فى الزمن، وكيف يمكن أيضًا السفر بحرية إلى أى عصر ماضيًا كان أو مستقبلاً. وإذا كان من الصعب عليك هضم هذا المعنى فذكر نفسك بالمقولة الشهيرة لـ: ج. ب. إس هالدين **JB. S Haldane** "الكون ليس فقط أغرب مما فكرنا فيه، وإنما أغرب مما يمكن حتى أن نفكر فيه".

الفصل الأول

كيف يمكنك زيارة المستقبل ؟

"الزمن لم يتم تعريفه بشكل مطلق"

ألبرت أينشتاين



نحن مسافرون فى الزمن كل الوقت، وذلك لدى أى حس واضح. وحتى بينما لا تفعل أى شيء، ستجد نفسك وعلى نحو لا يدع لك أى فرصة منتقلاً إلى المستقبل بنفس سرعة الثانية تلو الثانية. ولكن هذا لا يهمنا إلا قليلاً. لأن المسافر عبر الزمن يحتاج إلى "وثبة" فى الزمن وعلى نحو دراماتيكى يصل فيها إلى المستقبل قبل وصول أى أحد قبله.

هل يمكن فعل ذلك ؟

بالطبع يمكن. العلماء منذ حوالى قرن يعرفون التركيبة اللازمة لتحقيق ذلك سواء أمكن بناء آلة زمن لزيارة المستقبل أم لا.

الزمن والحركة:

لقد كان عام ١٩٠٥ هو العام الذى برهن فيه ألبرت أينشتاين على إمكانية السفر فى الزمن. وهو فعل ذلك من خلال إزاحة وهدم نظرة الحس العام للزمن منذ نيوتن، وإحلاله محلها فكرة "نسبية الزمن"، وهو كان وقت نشره لنظرية "النسبية الخاصة" لم يتعد سن الـ ٢٦ عامًا. ولم يكن وقتئذ مجرد شاب أشعث الشعر مدخنًا للغليون يقدم نموذج قاعدة للأساتذة المولعين بالخيال العلمى، ولكنه كان شابًا نشطًا أنيق الملبس يعمل فى المكتب السويسرى لتسجيل براءات الاختراع. وخلال أوقات فراغه كان أينشتاين الشاب يدرس طريقة حركة الضوء، وفى عمله هذا لاحظ التضارب أو تناقض حركة الضوء مع حالة الأشياء المادية. وباستخدام أدوات رياضية مدرسية عالية المستوى أوضح أن سلوك الضوء بالطريقة التى يفترضها الفيزيائيون المَبْنِيَّة على فكرة نيوتن المباشرة عن أن الزمن لا بد أن يتدفق، هى غير ذلك.

وقاطرة التسبيبات التى أدت إلى هذه النتيجة المدهشة من خلال حركة الزمن قد نوقشت طويلاً وبشمول ولا تهمنا فى الوقت الراهن. والمهم لغرضنا الحالى هو ما ادعته نظرية "النسبية الخاصة" والمتمثل فى:

مرونة وتمدد الزمن:

الزمن يمكنه أن يتمدد ويستطيل وأيضًا ينكمش. كيف ؟ ببساطة عن طريق التحرك بسرعة بالغة.



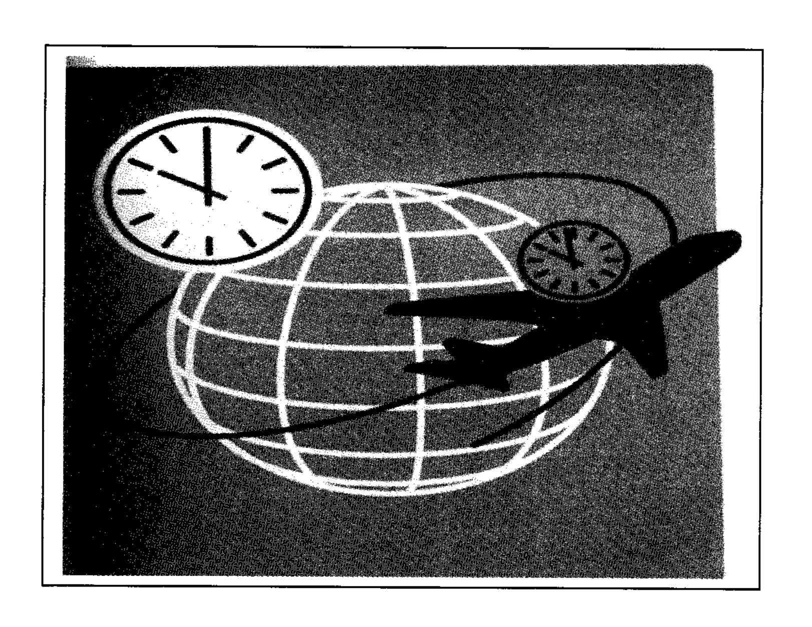
ألبرت أينشتاين **Albert Einstein**

ما الذى أعنيه بالضبط بقولى أنه يتمدد ؟ دعنى أضع المسألة بمزيد من الحذر. طبقًا لنظرية النسبية فإن الأمد الدقيق للزمن بين أحداث محددة سوف يعتمد على الكيفية التى يتحرك بها الملاحظ. ومساحة الزمن بين زمنين وفقًا لساعتى ربما تكون ساعة واحدة حين أكون مستقرًا بلا حراك وأنا جالس فى غرفة المعيشة، بينما ستكون أقل من ذلك حين أكون متحركًا هنا وهناك.

ولشرح هذه المسألة بطريقة أكثر عمليــة. أفتــرض أننـــى حجــزت فـــى طائرة قادمة من لندن إلى مدينة كيــب تــاون **Cape Town** ثــم عــدت وأنــت مازلت جالسًا فـــى مطـــار هيثـــرو **Heathrow airport**. فـــإن تـــدفق الـــزمن بالنسبة للجالس بالمطار يكون هو نفسه بالنسبة لــك أمـــا فـــى الواقـــع فـــسيكون أقل قليلاً بالنسبة لى.

نقطتان من الواجب إيضاحهما هنـــا. أولاهمـــا أننـــى لا أعنـــى بحـــديثى هذا أمر استمرار الرحلة كواقعة واضـــحة وظـــاهرة لأن خبـــرة المـــرء حالـــة كونـــه راكبًـــا الطـــائرة أو قائمًـــا بـــالحجز فـــى المطـــار، وانـــشغاله بمتابعـــة الطائرات وهى تتحرك وهو فى حالة سعادة بـــذلك دون حـــساب للوقـــت الـــذى يمر آنذاك، ليس هو موضوع المناقـــشة، لأنـــه باعتبـــاره زمنًـــا عقليًـــا يـــصبح موضوعًا مهمًا فى علم النفس، وإنمـــا الـــذى يعنينـــى هـــو الـــزمن الفيزيـــائى الممكن قياسه بمنبهات لا عقول لها. والنقطـــة الثانيـــة هـــو أن تنـــاقض الـــزمن فى المثال الذى طرحته هو من الصغر لدرجة أنـــه يمثـــل جـــزءًا مـــن مئـــات الملايين من الثانية الواحدة وهو مما لا يمكـــن للإنـــسان أن يلحظـــه ولـــو أنـــه من الممكن قياسه بالمنبهات الحديثة.

وهذا يعد من أطرف وأجمل ما قام بـــه الفيزيائيـــان جـــو هافيـــل**Joe Hafele** وريتـــشارد كيتـــنج **Ritchard Keating** عـــام ١٩٧١ حيـــث قامـــا بوضـــع منبهات إليكترونية عالية الدقة فى عدة طـــائرات تـــدور حـــول العـــالم، وبعـــدها قارنوا بين قراءات تلك المنبهات مـــع قـــراءات منبهـــات مـــشابهة كانـــت قـــد تُركت على الأرض. وكانت النتائج مما لا خطأ فيهـــا: الـــزمن يجـــرى بـــشكل أكثر بطئًا فى الطائرة عـــن الـــزمن فـــى المعمـــل. حيـــث كـــان الفـــارق بـــين قراءات منبه الطائرة يقدر بـــ ٥٩ نانو ثانيـــة أبطـــأ عـــن المنبهـــات الأرضـــية وهو بالضبط ما تنبأت به نظرية أينشتاين.



ولأن وقتك ووقتى يتغايران إذا اختلف موقعنا من "الحركة" فمن الواضح أنه ليس ثمة زمن مطلق أو عالمى كما افترض نيوتن. والحديث عن الزمن على هذا النحو لا معنى له، كما اضطر الفيزيائيون إلى طرح السؤال: وقت من ؟

ولو أن تجربة هافيل – كيتنج كانت ذات مغزى فقد أصبحت فى عداد التاريخ، ولا تصلح كفاية لخيال علمى، ولأن انفتال أو اعوجاج الزمن بما مقداره ٥٩ نانو ثانية(*) لا يكفى لعمل مغامرة ما. ولكى تحصل على تأثير كبير فعليك أن تتحرك بسرعة كبيرة جدًا، ومعيار السرعة التى أتحدث عنها لإحداث تأثير له معنى هى السرعة البالغة ٣٠٠,٠٠٠ كيلو متر فى الثانية الواحدة. أى أنه كلما اقتربت من سرعة الضوء كلما كان التواء الزمن أكبر وأكبر.

(*) النانو هو جزء من الألف مليون (المراجع).

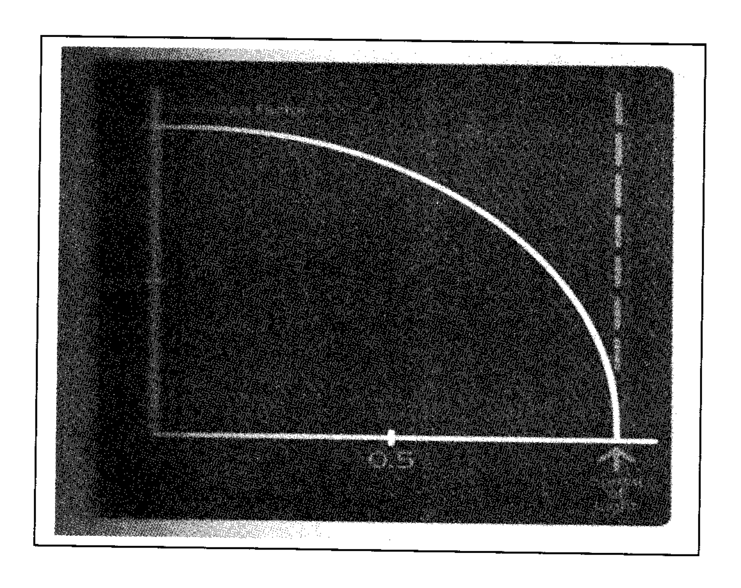
وهذا الإبطاء الذى تُحدثه الحركة فى الزمن يسميه الفيزيائيون "تمديد" الزمن – فكّر فى الزمن مقسومًا على سرعة الضوء، وقم بتربيع الناتج واطرحها من الرقم (١) وخذ جذر التربيع وستكون الإجابة: هى صيغة أينشتاين عن تحديد الزمن. وتستطيع أن ترى فى الرسم البيانى هنا عامل بطء الزمن، ولاحظ كيف يظهر الخط البيانى عامل التمديد كوظيفة تؤديها السرعة وكيف بدأ عموديًا ولكنه انحنى كلما اقترب من سرعة الضوء، فقد تباطأ بنسبة ١٣% عندما يعادل نصف سرعة الضوء، ثم عندما يعادل ٩٩% من سرعته سيصبح الزمن أبطأ بمقدار سبع مرات (قُرِّبت هنا الساعة الواحدة إلى ما يقرب من ٨,٥ ثانية).

ومن الناحية التقنية فإن انحناء الزمن يصبح لا نهائيًا عندما تبلغ الحركة سرعة الضوء. وهذه إشارة إلى أن ثمة مشكلة لأن الواقع يخبرنا أن أىّ مادة عادية لا يمكنها بلوغ سرعة الضوء. هناك تخوم للضوء لا يمكن تجاوزها أو خرق قاعدتها، وقاعدة عدم تجاوز سرعة الضوء هى النتيجة "المفتاح" للنظرية النسبية.

ليس هناك ما يمكنه تجاوز حدود سرعة الضوء:

وهذا يتضمن ليس فقط الأجسام المادية ولكن أيضًا الموجات، وتنافرات المجال، وأى قدرات فيزيائية أيًا كانت. وهذا مما يفسّر موضوعات الخيال العلمى لأنه ولو أن السرعة ممكنه فإن الضوء يحتاج زمنًا طويلاً لتغطية المسافات بين النجوم. وعلى سبيل المثال فإن أقرب النجوم للأرض يبعد عنها بمقدار ٤ سنوات ضوئية بما يعنى أن الضوء الصادر عن الأرض يحتاج لمدة أربع سنوات ليصل إلى هذا النجم. ومجرتنا "مجرة درب التبانة" يحتاج الضوء لعبورها وقتًا مقداره ١٠٠,٠٠٠ سنة بما معناه أن السيطرة عليها وإدارتها ستكون بالقطع عملية "بطيئة".

ومع ذلك فهناك ما يمكن أن نسميه "تعويضًا" لأنه بسبب تمديد الزمن، فإن ترحال الكائن أو الرائد الفضائى فيما بين الكواكب سيكون أسرع بالنسبة لهؤلاء الذين تُركوا على الأرض لتأدية مهمة ما. وسفينة فضاء سرعتها ٩٩% من سرعة الضوء فإن عبورها المجرة سيستلزم ١٤,٠٠٠ عام، وعند سرعة تعادل ٩٩,٩٩ من سرعة الضوء، ستكون النتيجة أكثر إذهالاً لأنها ستحتاج فقط إلى ١٤٠٠ عام، أما لو استطعت الوصول إلى ٩٩,٩٩٩٩٩٩% من سرعة الضوء فإن نفس الرحلة ربما تستغرق أمد حياة المرء فقط.



وسرعات مثل هذه التى ذكرتها توًا تعتبر حاليًا فيما وراء الإمكانيات التقنية لصناعة الطائرات (أحدث وأحسن طائراتنا لا تتجاوز سرعتها جزءًا من عشرة آلاف جزء من سرعة الضوء) إلا أن هناك أشياء ترتحل بسرعات تقترب من سرعة الضوء. وهذه هى الجسيمات دون الذرية مثل الأشعة الكونية، والشذرات الذرية التى ينفثها النشاط الإشعاعى للأجزاء المنهارة والمتلاشية فى الفضاء والتى تتسارع بشدة لتمثل نوع من اللطمة الذرية فى الفضاء. ومن الممكن أن تلاحظ

تمديدًا كبيرًا للزمن باستخدام هذه العناصر كمنبهات عادية. كما أن مُعَجِّل العناصر المعرف بالحروف الاختصارية **Large Electron Pasitron Collider :(LEP)** والكائن بمعامل المنظمة الأوربية للأبحاث النووية **Européene pour la Recherches Nucléaire: (CERN)** بالقرب من جنيف، والذى باستطاعته حث سرعة حركة الإليكترونات إلى ٩٩,٩٩٩٩٩٩٩٩٩% من سرعة الضوء. وهذه السرعة لا تحققها بنجاح سرعة الصوت فى مسألة الإبطاء هذه. وفى مثل هذه السرعة المحققة وصل عامل انحناء الزمن إلى حدود المليون. وحتى هذا المستوى من أسلوب المسيرة فلا معنى له بالمقارنة مع عامل انحناء الزمن فيما يبلغ من بلايين التجارب لبعض الأشعة الكونية.

وفى سلسلة من التجارب الحذرة أجراها **CERN** عام ١٩٦٦، وُجد أن العناصر المسماه "ميونات" **muons** قد تداولها معجل صغير لاختبار معادلة أينشتاين عند تمديد الزمن، وفى أقصى محاولات لضبطها لم تكن الميونات مستقرة كما أنها تتلاشى عند نصف عمرها المعروف. والميونات المستقرة خارج المُعَجِّل تبدأ فى التلاشى فى متوسط حوالى اثنتين مايكرو ثانية، ولكن تلك المتحركة داخل المُعَجِّل الذى يصل بها إلى سرعة ٩٩,٧% من سرعة الضوء فإن حياة الميون تمتد إلى ما يعادل ١٢ مرة.

تأثير التوأم:

تأثير الحركة على الزمن عادة ما يُناقش عبر قصة رمزية عن "التوائم". وهى تدور تقريبًا حول هذا المعنى: قرر كل من الإخوة "سام" و "سالى" أن يختبرا نظرية أينشتاين، وقامت سالى بحجز تذكرة فى سفينة فضاء طارت بها بسرعة تعادل ٩٩% من سرعة الضوء إلى نجم قريب تفصلنا عنه عشر سنوات ضوئية، وبالطبع بقى سام بالمنزل ليلاحظ أن الوقت الذى استغرقته شقيقته طبقًا للتوقيت الأرضى هو عشرين عامًا. ولم يكن الوقت كذلك بالنسبة لسالى فقد استغرقت الرحلة وفقًا لها ثلاث سنوات

فقط، ولذا عندما عادت للأرض وجدت أن العام هـو ٢٠٢١ بينمـا حـين بـدأت الرحلة بعد حجز مقعدها كان التاريخ عام ٢٠٠١، وهكـذا أصـبح سـام شـقيقها أكبر من عمره الذى خلفته عليه بما يساوى ١٧ عامًا وبالتالى لـم يعـد كـل مـن سام وسالى توءمين من نفس السن. وكتأثير واضـح فـإن ذلـك يعنـى أن سـالى قد ارتحلت إلى ما مقداره ١٧ عامًـا مـن المـستقبل بالنـسبة لـسام. وأنـه مـع سرعة كافية يمكنك أن تقفـز إلـى أى تـاريخ ترغبـه فـى المـستقبل. أى أنـه يمكنك أن تبلغ العام ٣٠٠٠ فى أقل من ستة شهور إذا مـا بلغـت الـسرعة التـى تسافر بها ما مقداره ٩٩,٩٩٩٩٩% من سرعة الضوء.

ولكن السفر عبر الزمن يعمل بطريقة عكسية من السفر عبر الفضاء. مـن المعروف أن أقصر طريق بين نقطتين هو الخط المستقيم، ففـى حياتنـا اليوميـة تستطيع أن تصل بين النقطة (أ) و النقطة (ب) أسرع حينما تسلك بينهما فى طريق مستقيم. بينما حين يكون الأمر متعلقًا بالارتحال فى الزمن فإن بقاء سام فى المنزل قد أوصله إلى زمن أطول، أى أنه أخذ الطريق الأطول لبلوغ العام ٢٠٢١. لكـن سالى بتحليقها فى الفضاء قد قصرت الزمن على نحو درامى بين واقعتين "العـام الأرضى ٢٠٠١" و "العام الأرضى ٢٠٢١"؛ أى أنها واقعيًا كلما طارت أكثر فـى الفضاء على هذا النحو، قصر الزمن بين الواقعتين.

ويرى بعض الناس أن ظاهرة التوائم تلك تثير التناقض، لأنه من وجهة نظر سالى فإنها تجلس مستقرة فى الصاروخ الذى يسافر بها بينما الأرض هى التى تبدو لها وكأنها تطير بعيدًا عنها. ومع ذلك فليس ثمة تناقض هنا لأن موقف كل من سام وسالى ليسا متطابقين. ذلك أن سالى هى التى تتسارع بعيدًا بسبب عمل الصاروخ، وناورت حول النجم منتهية بإبطاء الصاروخ للهبوط عائدة إلـى الأرض. وهـذه التغييرات فى الحركة هى التى جعلتها تكبر فى السن بدرجة أقل من شقيقها سـام المستقر على الأرض.

ويجب أن تلاحظ أن سالى لا يمكنها العودة للأرض فى العام ٢٠٠٧ بهذه الطريقة لتعادل عمرها مع عمر شقيقها التوأم سام. وإذا ما هى عكست مسارها المنحنى سوف تنجح فقط فى القفز فى الفضاء لمدة ١٧ عامًا أخرى من مستقبل سام. فالتحرك بسرعة عالية يمثل رحلة إلى المستقبل بطريق واحد لا عودة منه.

كيف تستخدم الجاذبية فى الارتحال إلى المستقبل:

السرعة هى إحدى وسيلتين لانحناء الزمن والوسيلة الأخرى هى "الجاذبية". فى حوالى عام ١٩٠٨ بدأ أينشتاين فى توسيع نظريته الخاصة للنسبية لتتضمن تأثيرات الجاذبية، ومن خلال جدليّات فعلية تتعلق بالضوء توصل إلى النتيجة المدهشة بأن:

الجاذبية تبطئ الزمن:

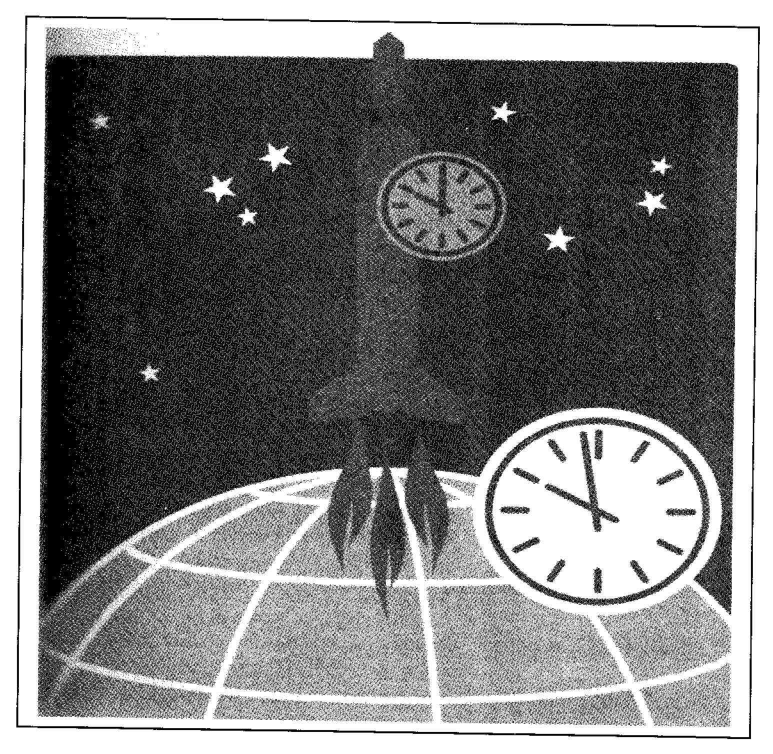
وهو لم يستطع الإمساك به بإحكام أو يحسم نهائيًا تلك النتيجة حتى عام ١٩١٥ حين قدم نظريته عن النسبية العامة وهى التى وسعت من نظريته الخاصة عن النسبية المنشورة عام ١٩٠٥ لتشمل تأثيرات حقول الجاذبية على الزمن وعلى الفضاء أيضًا. وعبر الأرقام التى ضمنها نظريته فإن جاذبية الأرض تؤدى إلى أن المنبهات تفقد ما يعادل مايكروثانية كل ٣٠٠ سنة. مما أدى إلى التنبؤ العجيب بأن:

الزمن يجرى بشكل أسرع فى الفضاء:

ولكن ليس بالدرجة التى يستطيع أن يلاحظها رائد الفضاء (ربما تكسب فقط ما مقداره ٢ ميللى ثانية بعد قضائك ستة شهور فى محطة دولية فضائية). ومع ذلك يستطيع الفيزيائيون أن يقوموا بقياس ذاك الأثر بواسطة مُوقِّتات (منبهات) عالية الدقة. ومن ذلك أنه فى عام ١٩٧٦ استطاع كل من روبرت فيسوت **Robert Vessot** ومارتن ليفين

Martin Levine أن يُطيّرا منبهــا هيــدروجينيا فــى الفــضاء مــن منطقــة غــرب فرجينيــا ووجهــوه بحــذر نحــو الأرض، وأكــدا أن هــذا المنبــه "الصاروخى" قــد كــسب حــوالى ٠,٠١% مــن المايكروثانيــة قبــل اصــطدامه بسطح المحيط الأطلنطى بعد مضى ساعتين من إطلاقه.

هناك حتى فارق رفيع بين قاعدة بناء ما وبين قمتــه. ففــى عــام ١٩٥٩ أجريت تجربة بجامعة هارفارد لقياس معامل انحناء الزمن فى قمة بناء يرتفع إلى ٢٢,٥ مترًا وباستخدام عملية نووية غاية فى الدقة تم رصد تباطؤ زمنــى مقــداره ٠,٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٢٥٧%. ربما هو مقدار ضئيل إنما هو تأكيد لتنبؤ أينشتاين. ولم يكن أحد مندهشًا إزاء هذه النتيجة لأن الفيزيائيين قد قبلوا منذ مدة طويلة قبلها بتأثير الجاذبية على الزمن.

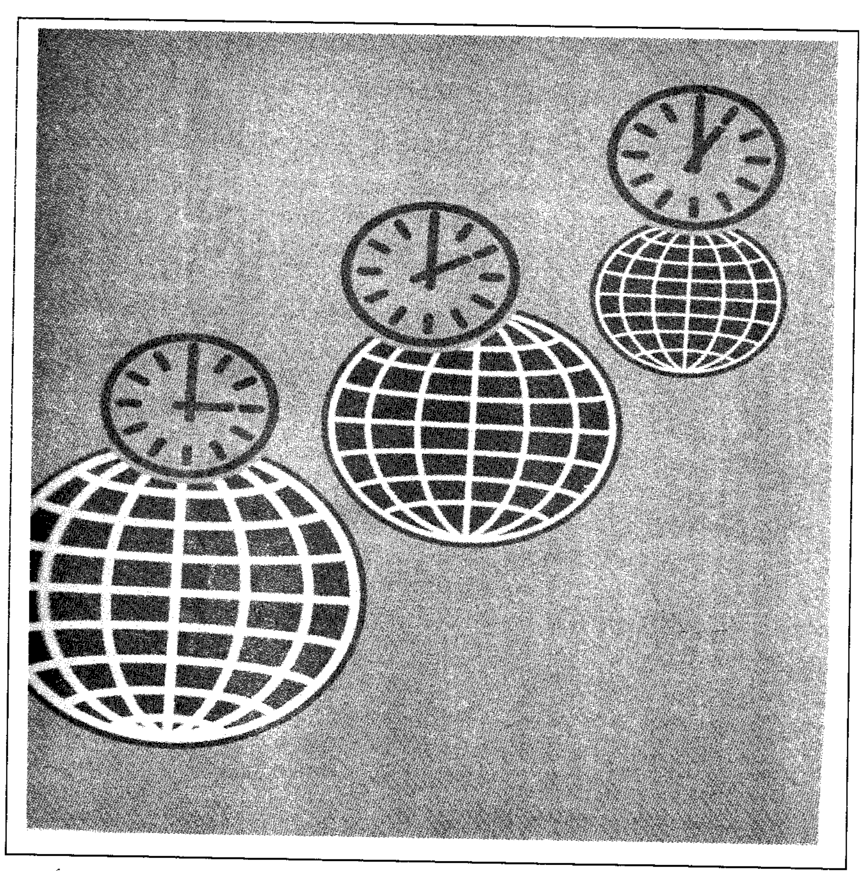


وأنت إذا استطعت أن تضغط الأرض إلى ما يعادل نصف أبعادها (مع الاحتفاظ بكتلتها الحالية) فإن جاذبية سطحها سوف تتضاعف، وكذا مقدار انحناء الزمن. استمر في الضغط وستجد أن هذا التأثير يزداد. وعندما يصل نصف القطر إلى قيمة حرجة مقدارها ٠,٩ من السنتيمتر فإن الزمن سيستقر متجمدًا، ولا مهرب حينئذٍ لأى شىء. ويُظهر الرسم البيانى عامل الإبطاء الزمنى فى منبه على سطح الكرة المعينة. ولاحظ كيف أن انحناء الزمن يصبح لا نهائيًا (كأن يتباطأ الزمن إلى درجة صفر) عندما يصل انكماش الكرة إلى ما يساوى حجم حبة البسلة أو نحوها.

الهرس على هذا النحو على سنتيمتر مكعب يعد بالطبع من الأفكار التوهمية بالتمام. ولكن ضغطًا مذهلاً يحدث على هذه الشاكلة فى مجال الفيزياء الفلكية. فمثلاً عندما يفقد النجم وقوده فإن انسحاقًا هائلاً له يتم وينضغط وزنه ليتحول فى مشهد عجائبى إلى مجرد شظية من حجمه الأصلى. وبعضًا من النجوم الكبيرة تنفجر داخليًا فجأة مُشَكِّلة كُرَات حلزونية مغزلية الحركة لا تزيد الواحدة منها عما يعادل مساحة لندن ولو أنها تحتوى (الواحدة منها) على كتلة تفوق كتلة الشمس (حوالى ٢٠٠٠ تريليون تريليون طن). وجاذبية هذه النجوم المنهارة تعتبر هائلة لدرجة أن الذرات فيها تنسحق لتصبح كلها محتوية على نيترونات فقط، حتى أنهم يطلقون عليها: "النيترونات النجمية". واحد من مثل هذا يقبع بمدار برج الثور، عميقًا فى سحابه شعثاء خشنة متكونة من غازات متمددة تعرف بـ "السرطان الهائج" **Crob nebula**، وهذا "الهائج" يتكون من البقايا المتبعثرة لنجم عملاق شوهد ينفجر عام ١٠٥٤ بمعرفة مؤرخ صينى.

وقد اكتشف الفلكيون الكثير من مثل هذه الأشياء، وقرروا أن الجاذبية عند سطوحها هائلة لدرجة إحداث انحناء فعلى للزمن. و"منِبّه" موجود على نجم نيترونى سوف يظهر قراءة وقت أبطأ من منبه موجود على الأرض بما يعادل ٣٠%. ولو أنك اتخذت موقعًا قريبًا من نيترون

نجمى (مع اعترافى بأن هذا لـــيس اقتراحـًــا عمليًــا بـــالمرة) فـــسوف تحـــصل على آلة زمن جاهزة الصنع للارتحال بها إلـــى المـــستقبل، لأن ســـبع ســـنوات هناك سوف تعادل عشر سنوات تمر على الأرض.



وإذا استطعت أن تلقى نظـــرة علـــى الأرض مـــن موقعـــك ذاك أو مـــن على سطح نيترون نجمى، سوف تـــرى الأحـــداث الأرضـــية متـــسارعة شـــأنها شأن إدارة شريط الفيديو على نحو ســـريع للوصـــول إلـــى نقطـــة معينـــة فيـــه. والأحداث من خلال وجودك فى هذا الجوار ســـتبدو طبيعيـــة، ولـــو أنـــك لـــن

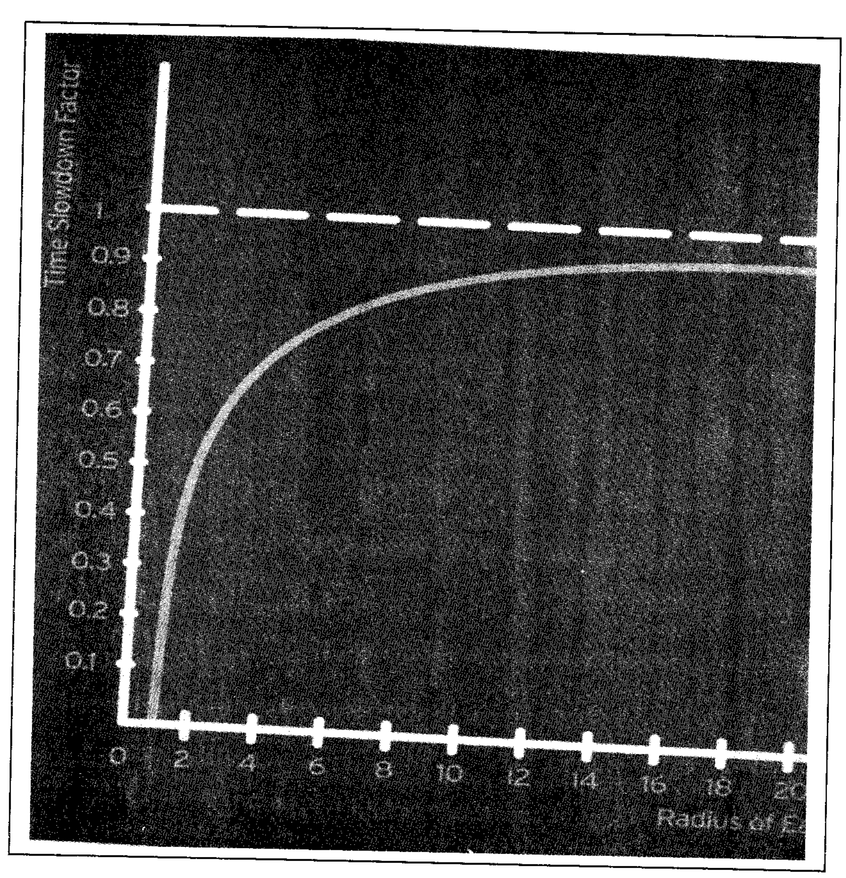
تشعر إزاءها بأنك تعيش فـــى عـــالم ذى ســـرعة عاليـــة أو أن الـــزمن العقلـــى لديك سوف يضطرب.

هل كل هذا حقيقى ؟ نعم إنه كذلك. هناك زوجان من النجوم النيترونية بين مجموعة نجوم برج العقاب **"Aquila"** اللذان يتقافزان حول بعضهما وهما ينفثان دفقات **bleeps** من الإشعاعات الرادارية (إشعاعات الرادار) العاديـــة، ومتيحـــان الفرصة للفلكيين لكى يؤكدوا دقة انحناء الزمن كظاهرة تنبأ بها أينشتاين فى نظريته عن النسبية العامة.

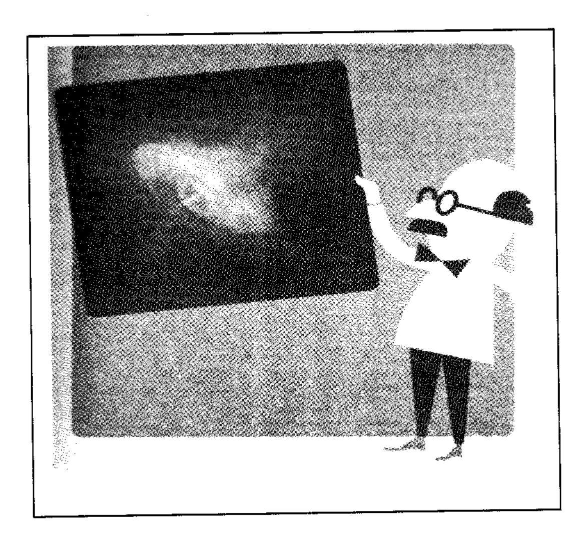
هل من الحقيقى أن الزمن هو الذى يتباطأ ؟

يرفض بعض الناس القول بـــأن نظريـــة النـــسبية مجـــرد أنهـــا تـــصف كيف أن المنبهات تتأثر بالحركة والجاذبية وليس الزمن ذاتـــه. لكـــن هـــذا مـــن قبيل عدم الفهم لأن المنبهات تقيس الزمن، ولـــو أن كـــل المنبهـــات (بمـــا فيهـــا الدماغ البشرى الذى يحكم فهمنـــا للـــزمن) تتباطـــأ بدرجـــة واحـــدة ومتـــساوية يكون صحيحًا القول بأن الزمن نفسه هو الـــذى يبطـــئ، لأنـــه لا أمـــد للـــزمن بخلاف ما نستطيع قياسه عبر المنبهات (من أنـــواع معينـــة). وبالتـــساوى فلـــو أن المسافات تنكمش بناء علـــى نفـــس العامـــل، فمـــن الـــصحيح أن نقـــول أن الفضاء بدوره قد انكمش.

ولإيضاح هذه النقطة، افترض أن لى جـــدًا رقيقًـــا وكبيـــر الـــسن ومعـــه ساعة أعطيتها له وهو راكب طائرة نفاثة لكى أختبر بهـــا تـــأثير أمـــد الـــزمن، فلو توقفت الساعة ولو لهنيهة أثناء هبوط الطائرة علـــى مـــدرج المطـــار، فإنـــه سيكون من الخطأ استنتاج أن الزمن توقف فـــى الطـــائرة لأن الـــساعة توقفـــت عن تكاتها. ولكى يكون ثمة معنى لأمد الزمن، فـــإن تـــأثيرات التـــسارع علـــى آليّة المنبه يجب أن تكون فى حد ذاتها معاملاً قبـــل اســـتخلاص أى شـــىء عـــن الزمن ذاته.



إن أمد الزمن هو الظاهرة الخالصة التي تبقى. ولاحظ أنه أثناء الحركة الناعمة، مثل الطيران المنتظم والهادئ على طائرة ما فليس هناك تأثيرات ميكانيكية على المنبهات على أية حال. (وقد علمنا جاليليو **Galileo** منذ وقت طويل أن الحركة المضطردة والمنتظمة هى وحدها غير مطلقة ونسبية). وسرعة الضوء الثابتة لا تؤدى إلى أية قوى يمكنها أن تؤثر على المنبهات، وإلا كنا قد أصابنا القلق على أن المنبه سوف يعتمد على سرعة الأرض فى الفضاء.

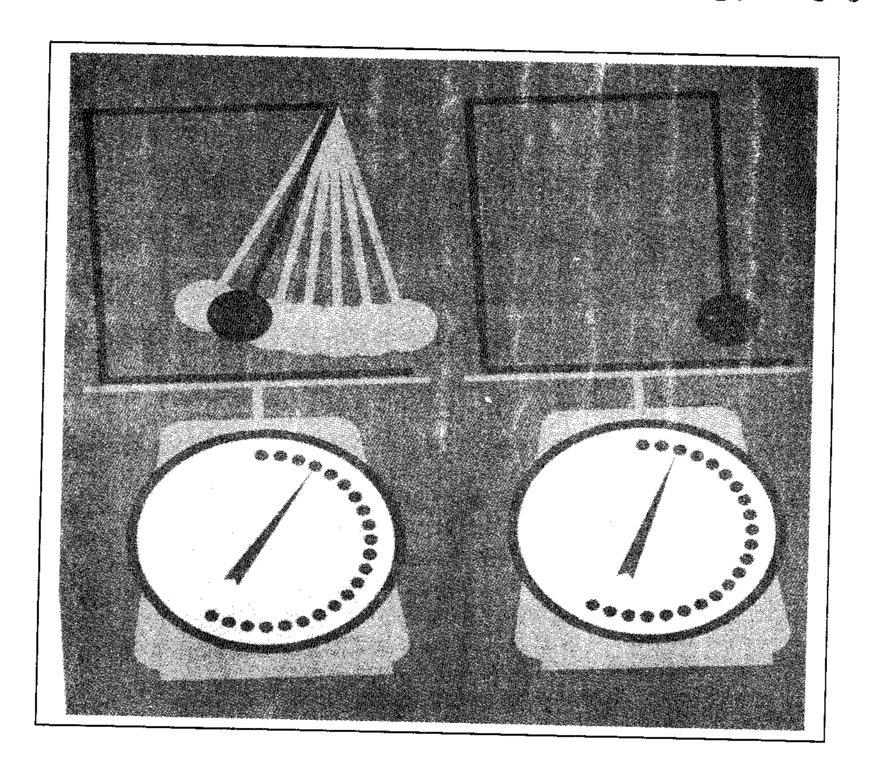


معادلة أينشتاين الشهيرة: $E=mc^2$

حتى هؤلاء الذين لم يتلقوا تعليمًا علميًا سيكونون على معرفة ما بمعادلة أينشتاين الشهيرة "ط = ك س٢" $E=mc^2$. والتي ستقدم دورًا حاسمًا في مناقشتنا عن ارتحال الزمن. والرموز هنا تعني: **(E)** = طاقة **energy**، **(M)** = كتلة **mass**، **(C)** = سرعة الضوء **speed of light**. والنظرية تخبرنا أن الكتلة والطاقة لهما صلة ببعضهما. وكما أن الطاقة لها كتلة فإن الكتلة شكل من أشكال الطاقة. وفي الرسم الإيضاحي يظهر أن البندول المتأرجح أثقل بدرجة خفيفة عن البندول الثابت، وكل متساويان آخران ذلك لأن الحركة الناشطة للبندول لها كتلة. والمعامل **C2** رقمه كبير جدًا لأن سرعة الضوء بدورها كبيرة للغاية. وهذا يعني أن قطعة صغيرة من الكتلة تستحق قدرًا مروعًا من الطاقة. وعلى سبيل المثال، فإن جرامًا واحدًا من المادة يتحول إلى طاقة، فسيعطي قوة تضيء مدينة كاملة لعدة أيام. والتفاعل النووي من هذا النوع المستخدم في محطات القوى لتحويل واحد في المائة من كتلة الوقود إلى طاقة يمنح

ما هو أكثر بكثير من التفاعـل الكيميـائى. ولمجـرد الحـديث فـإن الكميـات المألوفة من الطاقة ليس لها كتلة كبيرة فـالحرارة المطلوبـة لإحـداث الغليـان فى براد شاى كهربائى سوف تزن ما لا يزيد عن كميـة تافهـة تقـدر بـــ ٥٠ بيكوجرام(*).

والطاقة تدخل فى قصة آلـة الـزمن عبـر الجاذبيـة، لأن الكتلـة تعـد مصدرًا للجاذبية. وبما أن الطاقة لها كتلـة فلابـد أنهـا جاذبـة أيـضًا. وعلـى سبيل المثال فإن طاقة الحرارة داخـل الأرض تـسهم فـى إضـافة قليـل مـن النانوجرامات إلى وزن جسمك.



(*) البيكو: جزء من المليون مليون، (المراجع).

وقد اشتق أينشتاين معادلته من نظرية النسبية الخاصة. ففى أحد الأيام ألقى نظرة خاطفة على الصلة التى تعكسها حقيقة أن الأجسام المادية لا يمكنها أن تتجاوز سرعة الضوء. ما الذى يحدث لو أنك حاولت أن تجعل عنصرًا من مادة ما يتسارع إلى حدود أو تخوم سرعة الضوء ؟ هذا هو بالضبط ما يفعله الفيزيائيون مع العناصر دون الذرية من خلال المعجلات الكبيرة. والنتيجة أنه عندما يقترب العنصر من سرعة الضوء يصبح أكثر ثقلاً بمعنى أن تصبح له كتلة (إليكترون يدور فى معجل معمل **LEP**، على سبيل المثال، يزن بما يفوق ما مقداره مائة ألف مرة إليكترونًا ثابتًا أو مستقرًا). وهذا بدوره يجعل تزايد سرعة العنصر أصعب فأصعب، ومزيد من الطاقة يزول من جراء ازدياد ثقل العنصر، وهذه تجعل زيادة سرعته أقل فأقل. إن سرعة الضوء هى التخوم النهائية التى يستطيع العنصر، إذا استطاع الوصول إليها، أن يتضمن كتلته اللانهائية، ولجعله يُزيد من سرعته أكثر فسيتطلب الأمر قوة لا نهائية، وهو المستحيل بعينه.

المستقبل قابع هناك

ولو أن هـ. ج. ويلز قد سلط الضوء على أن الزمن يمكن أن يُنظر إليه كبعد رابع، وذلك قبل نظرية النسبية الخاصة لأينشتاين بعشر سنوات. حيث جاء حدسه بأنه إذا كان فى استطاعتنا التحرك عبر فضاء ثلاثى الأبعاد، فإنه من الممكن التحرك عبر البعد الزمنى أيضًا. ولكن هذه الفكرة المزْجَاه للتسلية تفترض ضمنًا أن الماضى والمستقبل موجودان هناك فى مكان ما وبالتالى ليس الحاضر وحده هو الحقيقى. ويفكر الفيزيائيون طبيعيًا فى أن الزمن كله يتساوى فى الوجود، ويصنع لنفسه مهربًا زمنيًا ممتدًا. ولتكن متأكدا من أن مفاهيم: الماضى والحاضر والمستقبل هى مجرد صور بلاغية مُرضيه وكافية فى مجال تعامل البشر مع شئونهم، ولكنها لا تحوى أى معنى فيزيائى مطلق. وأينشتاين عَبّر عن ذلك بنفسه وبشكل يوحى بكلله من الأمر فى رسالة لأحد أصدقائه "الفرق بين الماضى والحاضر والمستقبل هو مجرد وهم، حتى ولو كان ذلك أمرًا فظًا".

وهذا الوضع عادة ما يؤدى بغير الفيزيائيين إلى ما يشبه الجنون: كيف يمكن للماضى والمستقبل أن يوجدا بمثل وجود الحاضر ؟ وقد قدم أينشتاين المناقشة التالية التى توضح كيف يستعصى علينا تشريح الوقت بدقة إلى ماضى وحاضر ومستقبل، وعلى نحو يجعل جميع الملاحظين يوافقون عليه. ولتبدأ بالسؤال: كيف نعرف أن "الآن" فى مكان ما هو نفسه "الآن" فى مكان آخر ؟ فكر فى ذلك. افترض أن الساعة الآن هى السادسة مساء حيث أنت. ما هى الأحداث التى تقع على الجانب الآخر من العالم فى نفس اللحظة ؟ أصرّ أينشتاين على أنه لا توجد إجابة دقيقة على هذا السؤال البسيط.

لماذا ؟ ربما تعجب ؟ ألا يمكننا أن نهاتف شخص ما تليفونيًا ونعقد مقارنة هادئة (واحدة تتلو واحدة) ؟ حسنًا، المشكلة هى أن إشارات التليفون تستغرق وقتًا فى ترحالها، حتى ولو كانت فى سرعة الضوء، وفى الواقع هى تأخذ جزءًا من عشرة من الثانية فى توصيل الرسالة الصوتية عبر الكرة الأرضية فى ألياف مرئية (هذا القدر من التأخير لا تلحظه الأذن البشرية) وهكذا فإن الأخبار من الجانب الآخر من العالم تصل متأخرة قليلاً (بالتأكيد ليس كثيرًا ولكننى هنا أوضح المبدأ، فإذا كان لك صديق يقيم فى المريخ فإنك قد تنتظر ٢٠ دقيقة لتعرف ما الذى يحدث). وطالما أنها قاعدة أساسية فى الفيزياء أن لا إشارة يمكنها أن تتجاوز سرعة الضوء، فلا مناص إذن من بعض التأخير.

وهذا التأخير فى حد ذاته لا يمثل مشكلة، لأنك ببساطة تستطيع أن تعوضه من خلال الطرح المسبق للوقت المتطلب لوصول الإشارة. والصعوبة الحقيقية تكمن فى حقيقة أن المُلاحظين الذين يتحركون بطريقة مختلفة لا يوافقون على قيمة عامل التعويض ذاك. وهذا لأن منبهاتهم تتك بطريقة مختلفة طبقًا لتأثير تمدد الزمن. وهكذا ستختلف الآراء اعتمادًا على من الذى ستستشيره، وعلى قدر التأخير الذى انقضى، بينما الإشارة الضوئية (الرادارية) مرتحلة بين المكانين. وأى رائد فضائى يعبر الأرض بنصف سرعة الضوء سوف يَرْجح بجدية ملاحظ مقيّد بالأرض فى تحديد قدر التأخير بالضبط لإشارة تدور حول الأرض.

وكنتيجة لهذا الخطأ فى التسمية، فليس ثمة واقعة تشبه الأخرى على النصف الآخر من العالم، أو على المريخ وبصفة عامة فى أى موقع من الفضاء بعيدًا عن موقعك أنت، إذا ما كانت متزامنة مع ما تميل إلى تسميته "الآن" بالنسبة لك. سوف يكون هناك مستوى آخر لمثل هذه الوقائع فى الأماكن البعيدة. حيث الوقائع المميزة التى يمكن الحكم عليها بأنها وقعت فى السادسة مساءً وأنت جالس فى منزلك حيث ستعتمد على كيف يتحرك الملاحظ. وهذا الالتباس لن يكون كبيرًا عندما يتعلق الأمر بالأرض (مجرد شريحة أو شذرة من الثانية بطريقة أو أخرى) ولكن التنافس بين مجموعة "الآنات" يظهر وينمو عندما يتعلق الأمر بالمسافات الكبيرة. بالنسبة للمريخ تكون عدة دقائق، وبالنسبة لنجم على الجانب الآخر من المجرة، فإن الوقائع فوقه التى تحدث فى نفس اللحظة من يومنا هنا على الأرض ربما تقبع فى مكان ما من إمتداد زمنى يصل إلى ١٠٠,٠٠٠ سنة.

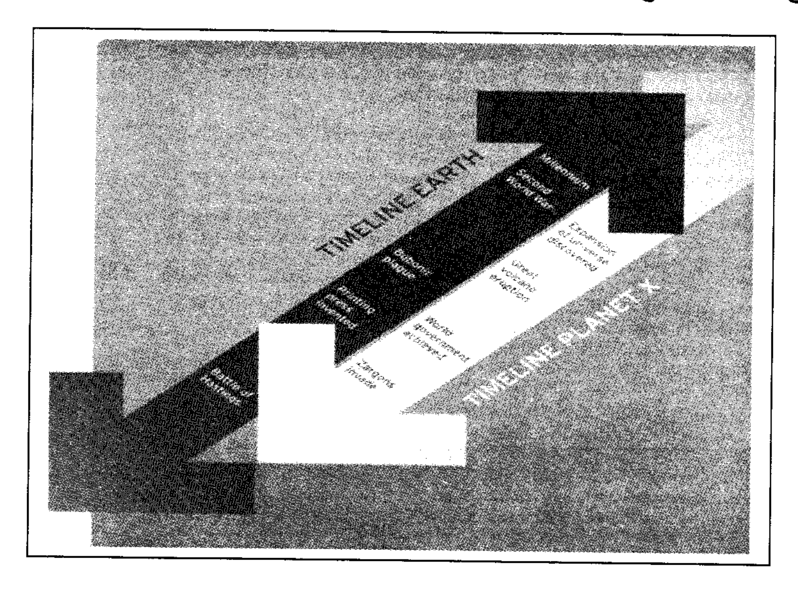
وزبدة الكلام هنا أنه لا توجد لحظة حالية تكون هى نفسها اللحظة بالنسبة لكل شخص فى أى مكان. ولكى نفهمها بشكل واضح.

ليس هناك " الآن " على نحو عالمى:

علينا أن نقبل بأن الزمن فى مكان بعيد لا بد أن يمتد على نحو ما عن ما نفهمه عن الماضى وعن المستقبل. وعلى نحو متماثل فإن المراقبين البعيدين سوف يلاحظون أن الزمن على الأرض يمتد بدوره إلى ماضيهم ومستقبلهم. وليس هناك طريقة أخرى لإيجاد معنى للحقائق. ومن الواضح إذن أنه من المفضل التفكير بأن الحاضر فقط هو الحقيقى، حين يعبر الكون. لأن بعض الأحداث التى تحكم عليها بأنها تمثل "الحاضر" بالنسبة لك، سوف يعتبرها البعض الآخر وقائعا كامنة فيما يعتبره "مستقبله" أو "مستقبلها" أو الحاضر، والعكس أيضًا صحيح.

ولتأخذ فى اعتبارك مثلاً محددًا، إن الأرض لها تاريخ محدد، وكذلك أى كوكب افتراضى "X" يقع على بعد ٥٠٠٠ سنة ضوئية – محاولات مقارنة التواريخ لأحداث معينة على الكوكبين ستصبح مسألة لا أمل فيها، لأن اتجاه خطوط الزمن على مدى آلاف السنوات الضوئية سيكون غامضًا وملتبسًا.

إن هذا لا يتضمن أن نظام "السبب" و "الأثر" يمكن أن يأخذ منحى عكسيًا ببساطة حين الترحال باستخدام سرعات عالية. ودعنى أشرح لك لماذا ؛ الأحداث يمكن أن يكون لها نظام زمنى ملتبس فقط عندما لا يكون الضوء ممتدًا كفاية للمرور بينها. وعلى سبيل المثال لو أننى أطلقت النار وبعد ثانية واحدة أطلق كائن فضائى النار من فوق المريخ (بتقديرى أنا) فإن ملاحظًا فى سفينة فضاء مسرعة ربما يحكم بأن البندقية على المريخ قد أُطلقت قبل بندقيتى. أما لو أُطلقت بندقية المريخ بعد أسبوع من بندقيتى، فإن الكل سيتفق على من الذى بدأ الإطلاق أولاً، ذلك لأن مدة الأسبوع هى من الطول كفاية بحيث تسمح للضوء أن يرتحل بين الأرض والمريخ. وإذا لم تكن هناك قدرة فيزيائية يمكنها أن تتجاوز سرعة الضوء، فإن التباس النظم الزمنية للأحداث لا يمكِّنها من التأثير على بعضها البعض، ومن ثم لا ضير هناك على "السببية". أما لو كانت حقيقة عدم وجود قدرة سرعة تفوق سرعة الضوء قاعدة خاطئة فإن السببية سوف يصيبها الإضطراب و "الماضى" و "المستقبل" كذلك سيتبعثران. كما سنرى أن هذه القاعدة الصغيرة المفتاح سوف تصبح ذات معنى كبير فى بناء آلة زمن عامة وذات هدف.



وليس هناك أى التباس حول نظام الزمن فى تعاقب الأحداث التى تقع فى مكان واحد، فلا أحد يدعى أن معركة هاستنجز **Hastings** قد وقعت بعد معركة واترلو **Waterloo**. الاعتراض يأتى عندما تقارن الوقائع "هنا" و "الآن" مع الوقائع "هناك" و "الآن" عندما يكون هذا الـ "هناك" بعيد جدًا. وحتى ذلك، فإن التناقض يكون قليلاً من حيث ملاحظته على الأرض نفسها، جزئيًا بسبب أن الضوء يأخذ وقتًا قليلاً فى ترحاله حول العالم، ولكن أيضًا لأن البشر يتحركون بسرعة تمثل شذرة صغيرة جدًا من سرعة الضوء على أية حال. ولو أن ذلك يكون عرضيًا. والنقطة الحاسمة أنه ليس هناك معنى مطلق لـ "نفس اللحظة" فى مكانين مختلفين.

وهكذا فإن المستقبل هو "هناك" بالفعل، ولا يتسنى ارتياده. وكل ما تحتاجه هو آلة زمن فعالة كسفينة فضاء ترتحل بسرعة قريبة من سرعة الضوء وقادرة على الصمود إزاء المشارطات المهلكة بالقرب من نجم نيترونى. هذا والسرعة القصوى لا تمثل مشكلة من حيث المبدأ، هى مجرد صعوبة عملية ربما يتم تجاوزها يومًا ما. إنما العائق الرئيسى يتمثل فى تكلفة الطاقة المتطلبة فلكى تُسرِّع حملاً قدره ١٠ أطنان إلى درجة ٩٩,٩% من سرعة الضوء يستلزم نفقات ١٠ بليون بليون وحدة طاقة تعادل كل الإنتاج البشرى لعدة شهور. هذا والطاقة المتطلبة سوف تنمو فى تناسب مع عامل انحناء الزمن: شطر المنبه إلى قسمين يحتاج طاقة مضاعفة. وبمثل هذه النفقات الضخمة لن يوجد من يذهب إلى مثل هذه المحاولة فى تقنيات استخدام الصواريخ الزمنية تلك. أما إذا وجدت طريقة لصنبور طاقة طبيعى فى الفضاء قريبًا من ترحال الضوء فى الفضاء فلربما فى يوم ما يمكن القيام بتلك المهمة، وحينئذ سيكون "المستقبل" فى متناول أيدينا.

ماذا عن العودة من هذا المستقبل ؟

الارتحال بسرعة عاليـــة. وتمـــدد الـــزمن بفعـــل الجاذبيـــة يمكـــن فقـــط استخدامهما فى السفر إلى الأمام فى الـــزمن. ولكـــن فقـــط إذا كـــان كـــل مـــن "المستقبل" و "الماضى" يوجدان "هناك" وقـــابلان لزيارتهمـــا. والمـــشكلة هنـــا أن تكتشف طريقه للوصول إليهما.

الفصل الثانى

كيف يمكنك زيارة الماضى ؟

"لقد كانت هناك آنسة صغيرة تدعى "المشرقة" هى التى سافرت بسرعة أكبر من سرعة الضوء.

لقد بـــدأت يومًـــا مـــا وبأســـلوب "النسبية" عادت الليلة السابقة".

بونش ١٩/١٢/١٩٢٣

Punch, 19 December 1923



أول تلميح يمكن الإشارة إليه عن أنه توجد حقول جاذبية معينة يمكنها أن تسمح بالارتحال فى الزمن للخلف كما للأمام، جاء فى بحث غير معروف جيدًا نشره عام ١٩٣٧ دبليو ج. ڤان ستوكم **W. J. Van Stockum** فى "المجلة العلمية الاسكتلندية" **Scottish scientific Journal** الذى استعان فيه بنظرية أينشتاين فى النسبية العامة للتنبؤ بما قد يحدث لو أن مُلاحظًا انطلق فى مدار حول أسطوانة تلف حول محورها. سوف يجد أن الأسطوانة إذا دارت بسرعة كافية يمكنه أن يصل إلى النقطة التى انطلق منها قبل أن يبدأ دورانه، وبكلمات أخرى فإن هذا يعنى أن أى حلقة مغلقة فى الفضاء يمكنها أن تصبح حلقة مغلقة فى الزمن أيضًا. ولم يثر هذا أحدًا وقتها، لأن ڤان ستوكم بهدف تبسيط رياضيات المسألة، افترض على نحو غير واقعى إن الأسطوانة طويلة طولاً لا نهائيًا. وبالرغم من ذلك فإن نتيجة ذلك ساعدت فى إظهار أن نظرية أينشتاين العامة فى النسبية لا تحول بوضوح دون الارتحال للماضى. واحتاج الأمر إلى مرور خمسين سنة أخرى قبل أن يجد الفيزيائيون طريقة أكثر واقعية لصنع آلة زمن.

كيف ترتحل بسرعة تفوق سرعة الضوء ؟

قدم المنطقى النمساوى البارز كيرت جودل **Kurt Godel** – وبعد عقد من الزمان أعقب البحث المنشور لـ ستوكم – حلاً آخرًا لمعادلة أينشتاين فى نظريته عن النسبية العامة، وكان الحل مشتملاً على "حلقات" الزمن وكان جودل وقتها فى معهد برنسيتون للدراسات المتقدمة جنبًا إلى جنب مع أينشتاين. لقد اكتشف لو أن الكون كله كان آخذًا فى الدوران، إذن لأصبح من الممكن العثور فى الفضاء على مدارات يمكنها أن تتلولب خلفًا إلى الماضى. لقد أظهر جودل أنه فى مثل هذا الكون يمكنك أن تغادر الأرض وترتحل إلى أى مكان وإلى أى زمن تريده.



كيرت جودل **Kurt Gödel**

والنموذج الرياضى لجودل تم اعتباره نوعًا من الغرائب ولم يؤخذ على أنه اقتراح جدّى. حتى فى أربعينيات القرن الماضى كان ثمة سبب جيد لدى الفلكيين للشك فى أن الكون كله - يدور حول نفسه - ولو أن بعض المجرّات المنفردة تفعل ذلك. أما الآن فهناك قياسات للأشعة الحرارية المتخلفة عن الانفجار الكبير يمكن استخدامها فى تحديد - وبدقة عالية - أى من الأجزاء الكونية يدور حقيقة، حتى ولو لم تتسنَّ رؤيته بعد. ورغم الطبيعة "الاصطناعية" الواضحة لنموذج جودل فإن هذا النموذج سبب اضطرابًا جادًا لأينشتاين، والذى أقر بأنه كان قلقًا حول إمكانية الارتحال للخلف زمنيًا إلى (الماضى) منذ وضع نظريته فى النسبية العامة.

أين يكمن السر فى أن "الدوران" يفتح بوابة للماضى ؟. كما أوضحت فى الفصل الأول فإنه بوجود قاعدة أن لا شىء يمكنه أن يتسارع بأكثر من سرعة الضوء، فلا شك أن هناك من يفعل فى النظام الزمنى للوقائع التى يمكن ربطه بإشارات الضوء. ولكن لو أن هناك ما هو أسرع من سرعة الضوء فسوف تنشأ

فوضى سببية، يمكن أن تعكس "السبب" ليصبح "نتيجة"، وبعبارة أخرى، يمكن لزوجين من الوقائع منفصلين فى المكان أن يصبح "السابق" منها "تاليًا" و التالى سابقًا. إنها مجرد خطوة صغيرة من نظام انعكاس الزمن ذاك ولكنها بالفعل تعد زيارة للماضى. وبكلمات أخرى فإن القول "أسرع من الضوء" يعنى أو يمكنه أن يعنى "العودة للخلف زمنيًا".

لكن هناك مهارة دقيقة هنا، ذلك أن "الدوران لن يمكّن أى رائد أو كائن فضائى أو عنصر فى المادة لكسر حدود أو تخوم الضوء على هذا النحو ولكنه يمكن أن يؤثر فى حركة الضوء نفسها. وطبقًا للنظرية العامة للنسبية فإنه إذا كان أى جسم هائل (مثل أسطوانة أو الثقب الأسود) يتحرك مغزليًا (أى يدور حول نفسه) فسوف يتصرف كدوامة فى الفضاء ويسحب معه أى حزمة أشعة ضوئية مارة من حوله. ظاهرة السحب تلك، ولو كان الجسم ثقيلاً كفاية ويتغوزل بسرعة كافية، فإنه يمكن أن يقبض على الضوء فى الحقل الجاذبى ويسحبه (الضوء) فى شكل دائرة داخل حلقة. وإذا ما كان الكائن الفضائى جسورًا لدرجة المغامرة بارتياد حمام الجاذبية الدوّار فإنه أو إنها سوف يُقبض عليه أو عليها ويُسحب للدوران معه. وفى كل الأحوال فإن الكائن الفضائى يرتحل حول الجسم الحلزونى بشكل أبطأ من سرعة الضوء فى المنطقة المجاورة للواقعة ولكن بما أن الضوء نفسه يدور فإنه يجعل الكائن الفضائى يبدو فى نفس حالة (الآنسة المشرقة) بالنسبة لمُلاحظ على مبعدة منه. وفى الحقيقة (وفى مثل هذه الحالة وفى حدود منطقة الحدث) فإنه لم يتم كسر تخوم أو حدود الضوء ولكن كونيًا – باعتبار البقعة المحيطة – فيبدو أن الكائن الفضائى قد بلغ ما يمكن تسميته "فوق حاجز السرعة". وفى سبعينيات القرن الماضى أظهر الفيزيائى فرانك تبلر **Frank Tipler** أن أسطوانة شديدة الكثافة تدور حلزونيًا حول محورها بسرعة مثل نصف سرعة الضوء يمكن أن تستخدم فى هذه الحالة كآلة زمن، وإن كان السيناريو الذى أبرزه ليس واقعيًا من الناحية الفيزيائية.

هذا على الرغم من أن الأفكار الحديثة لآلات الزمن لا تتطلب دورانًا ولكنها أيضًا تتورط فى طريقه للسرعة الزائدة ذات الفعالية أو المؤثرة. وأكثر النماذج الشائعة هو "الشق الدودى" **Wormhole**. وهو أشبه بفجته أو تغير فى الشكل يمدنا بطريق مختصر بين مكانين متباعدين جدًا. وبالسفر داخل هذا الشق سوف يتمكن الكائن الفضائى من الارتحال بين النقطتين أ، ب قبل فرصة الضوء فى الوصول إليه عن الطريق العادى فى عبوره للفضاء (الذى هو بالطبع أطول). وهكذا، ما هو بالضبط "الشق الدودى" ؟ ولكى أقدمه يجب أن أشرح أولاً موضوعًا أكثر منه شهرة وهو "الثقوب السوداء".

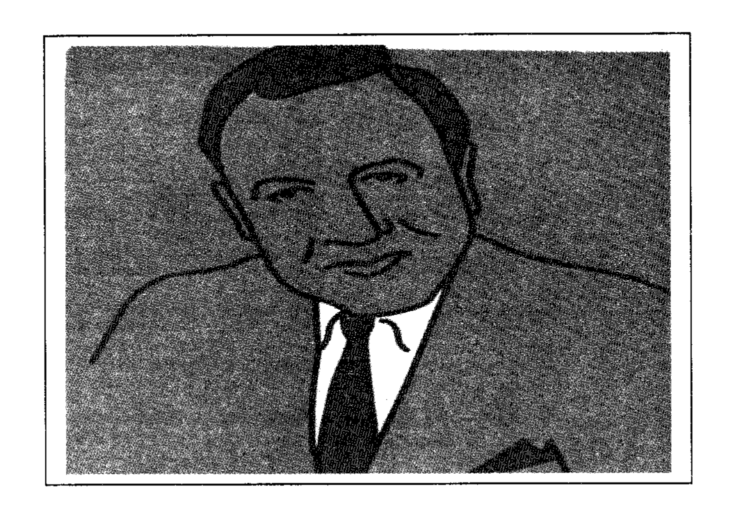
كيف تصنع "ثقبًا أسود" ؟

الثقوب السوداء تعتبر موضوعًا له أهمية إخبارية بالتأكيد، ومعظم الناس الآن معتادين على الفكرة الرئيسية: أجسام مظلمة عالية الكثافة توجد فى الفضاء وتمتص أى شيء حولها. الثقوب السوداء الصغيرة - وعرضها عدة كيلومترات - تحدث إثر احتراق النجوم الكبرى وانهيارها تحت ضغط وزنها نفسه حيث يتحول بعضها إلى نجوم نيترونية، وبعضها يصبح ثقوبًا سوداء. ويبدو أن شمسنا قد أفلتت من هذين المصيرين ومن المحتمل أن تنهى أيَّامها بأن تصبح ما يسمى: قزمًا أبيض". وبعض الفلكيين يعتقدون أن المجرّة قد تم "تتبيلها"(*) بوابل من الثقوب السوداء المتزاوجة، والمتبقى من النجوم العملاقة الميتة والتى ولدت قبل النظام الشمسى ببلايين السنين.

أكثر الثقوب السوداء الكبيرة تقع فى مركز المجرات ويبدو أن كتلة مجرتنا "درب التبانة" تساوى ما يقترب من مليون مرة كتلة نظامنا الشمسى. هذا ويعرف عن المجرات الأخرى أنها تحتوى على ثقوب سوداء مركزية لم تزل أكبر بما يعادل ألف مرة من تلك. وأحيانًا ما تطلق الأجسام المادية التى تتغوزل داخل هذه الأشياء الهائلة الحجم، كميات كبيرة من الطاقة منشئة إضطرابًا عنيفًا، وإشعاعات كثيفة تصدر عنها، وهكذا تنفث من الآن فصاعدًا أشياء تقترب قوة سرعتها من سرعة الضوء.

(*) بالضبط كما اعتدنا "تتبيل" اللحم بمذاقات مختلفة وليتوازن طعمه فالمؤلف هنا يقصد أن الكون لكى يتوازن فقد منح هذا القدر من الثقوب السوداء بما لها من دور فى صيرورته . (المترجم)

لماذا مصطلح "الثقوب السوداء" ؟ هذا المصطلح كان قد صكه فى أخريات ستينيات القرن الماضى الفيزيائى جون هويلر **John Wheeler**، وقد اختاره بدقة ليحصر فيه تعريف خاصيتين: "السواد" و "الفراغ". ودعنى أعود بهما بشكل عكسى: النجم النيترونى ربما يحتوى على أكثر المواد صلابة فى هذا الكون، إلا أنها بعد مما لا يمكن ضغطه. وإذا ما كانت قابلة لزيادة العصر فإن شدّ الجاذبية سوف يصبح هائلاً وساحقًا وسوف ينهار النجم كلية. وهذا يحدث داخل النجوم الكبيرة التى تفقد وقودها، والتى لم تعد قادرة على الحفاظ على ضغطها الداخلى، وفى القلب منها يقع انفجار داخلى فجائى خلال شذرة من الثانية مخلفًا وراءه منطقة فراغ ومن ثم "الثقب" (وبشكل عملى فإن المنطقة المحيطة ليست فارغة تمامًا بسبب البقايا "الهائجة" من بقايا النجم، ولكن حتى هذه إما أن تطير بعيدًا بعد ذلك أو أن يتم امتصاصها).



جون هويلر **Jone Wheeler**

هذا ويكتنف الغموض مصير المادة المنفجرة داخل النجم. إلى أين تذهب ؟ وفى حدود اللحظة الراهنة فكّر فى النجم كما لو كان كره. تخيل كما لو أنها قد انكمشت ولكن بعنف شديد، وكما شرحت قبلاً كلما صغرت الكرة زادت الجاذبية على سطحها. وعند نقطة معينة سوف تكون الجاذبية عالية جدًا لدرجة أنه لا توجد

مادة معروفة تستطيع تحملها أو الصمود معها، وسوف تنهار الكرة وتتفسخ، وبسبب أنها كروية الشكل ولا شيء يمكن أن يحدث اضطرابًا للتساوق أو التماثل أو ما شئت من تعبيرات، فلا بد أن شكلها سيظل كرويًا أثناء انفجارها الداخلي. وبكلمات أخرى فإن كل المادة لابد أن تتجه بالضبط إلى المركز الهندسي للكرة. وكلما صغرت الكرة زادت قوة سحب الجاذبية فى داخلها وتسارع انكماشها.

إلى أين ينتهى كل ذلك ؟ فى ظل هذه الظروف فإنها تنتهى فقط بأن كل محتوياتها (الكره) تتركز فى نقطة واحدة عند المركز. ومن الواضح أن هذه النقطة من المادة المركزة سوف تحوز كثافة لا نهائية وأن الجاذبية عندها سوف تكون لا نهائية بدورها. ويشير الرياضيون إلى هذه النقطة (الجوهر) بمصطلح "المتفردة" **singularity**. وعندما تبدو "اللانهائية" كشىء غامض وغير مرئى فى نظرية فيزيائية، فهى بمثابة إشارة تحذيرية، تقترح أو تفترض أن شيئًا عنيفًا أو مغالى فى تطرفه قد وقع، ولكن فى هذه الحالة فإن أحدًا لا يعرف ما هو وباختصار فإن لدى الكثير مما أود قوله عن "المتفردات" ولكن بالنسبة للموقف الحالى فيكفى أن تلاحظ أنه مهما كان المصير المطلق للكرة، فإنه لن يؤثر على حقل الجاذبية خارجها. وجاذبية الكرة لا تذهب بعيدًا فقط لمجرد أنها انفجرت من الداخل: الشىء المنهار ما زال يحتفظ بكتلته. مثل ابتسامة الألم والسخرية التى تبدو على قط عجوز، فإن الوجود السابق للكرة يترك بصمته على الكون المحيط به فى شكل حقل ذى جاذبية بالغة. دعنى الآن أتحول للخاصية الثانية التى تتصف بها الثقوب السوداء = خاصية السواد أو اللون الأسود.

شرحتَ فى الفصل السابق كيف أن الجاذبية من شأنها أن تُبطئ الزمن، وكلما كانت أكبر كلما زاد انحناء الزمن. فكّر فيما سيحدث للزمن عند سطح الكرة بينما هى تتقلص. البطء كعامل يبرز هنا فى حالة تناقص للإشعاع. عندما تقترب الكرة إلى حالة إشعاعية محرجة – حوالى ٣ كيلومترات لشىء يتكون من كتلة شمسية – يصبح انحناء الزمن لا نهائيًا، أو كما لو تقول إن سير الزمن عند سطح الكرة قد وصل إلى حالة "توقف" بالنسبة لمسيرته بميقات الأرض. "ومنبِّهًا" (ساعة) على سطح الكرة التى نتحدث عنها سيبدو من بعيد كأنه تجمد فى حالة ثبات كاملة.

بالطبع ليس ثمة منبه من صنع الإنسان يمكنه أن يصمد أمام القوى الماثلة هنا، ولكن موجات الضوء يمكن ملاحظتها كمنبه حيث يتماثل عدم تمددها كتأرجح البندول. وهكذا فإن الضوء من نجم ينكمش يقل ويقل فى شكل انحناء ترددى مثل مصدر كهربائى يتناوب الصعود والهبوط، بينما هو يبطئ من تردده. وبترجمة ذلك من خلال الألوان، فإن الضوء الصادر من كرة متفاعلة على هذا النحو يأخذ فى الاحمرار أكثر وأكثر حتى يتلاشى نهائيًا كما تذوى جمرات النار عند تبريدها بعد أن كانت متأججة. وأخيرًا ينتهى آخر ضوء صادر عن النجم، وبعد كل هذا يصبح كل شيء مُسْوّدًا (السواد). وهكذا فإن المنطقة من الفضاء حول الشيء المنهار تصبح سوداء وفارغة، ومن ثم ثقبًا أسود.

الطريقة التى وصفت بها الأمر بدت كما لو أن تلك الكرة المنكمشة الآخذة فى الاختفاء يمكن رؤيتها من الأرض، ولكن بالعودة إلى التوأمين سام وسالى، يظهر الأمر كأنه مجرد اختفاء بطيء، ولكن فى الواقع بالنسبة لنجم بكتلة الشمس فإن التلاشى سيأخذ وقتًا قصيرًا يقدر بعدة مئات من الميللى ثانية. وسوف ترى سالى قلب النجم يذوى فى هنيهة (بافتراض أنها يمكن أن ترى القلب على أية حال) ومنطقة الفضاء حيث كانت كرة المادة موجودة فيها سوف يتم إشغالها بكرة سوداء غير ذات ملامح: ثقبًا أسود.

ملاحظ مثل سام – دعنا نفترض – يقف على سطح النجم المتفاعل، وكان سوء حَظِّه كاف لأن يصحبه إلى صيرورته ثقبًا أسود، سوف يمر بتجربة مختلفة تمامًا. فليس ثمة ميقات للتباطؤ بالنسبة له (تذكر: الزمن نسبى). وفى الواقع أن التقرير الذى يمكن أن يقدمه كل من سالى وسام سوف يختلفان بشكل لا نهائى بسبب لا نهائية انحناء الزمن. سالى سوف ترى انهيار النجم إلى كرة (حوالى ٣كيلومترات) سوداء متجمدة – مؤقتًا – بينما سيرى سام النجم بأكمله ينكمش إلى لا شيء فى مجرد طرفة عين. وطالما كان سام مهتمًا، فإن النجم سوف ينفجر داخليًا إلى حد النقطة الإشعاعية الحرجة فى حدود زمن يقدر بشذرة من الثانية، كل الأبدية سوف تكون قد مرّت ولكن خارج الكون.

إن حدوث الانحناء اللانهائى للزمن حول كرة من المادة منفجرة من داخلها يؤدى إلى نتيجة آسرة وهى:

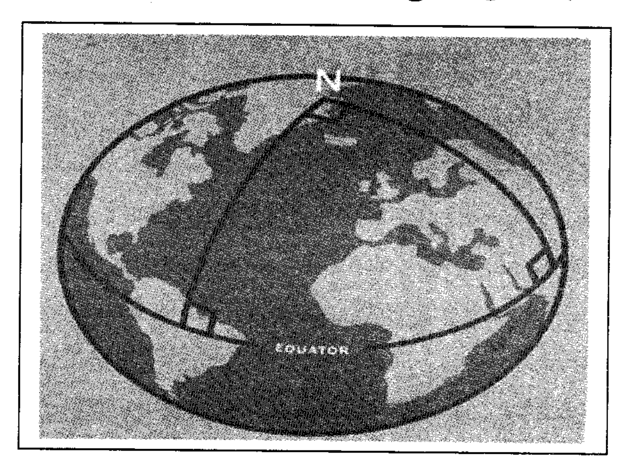
الثقب الأسود يمثل رحلة ذات طريق واحد إلى لا مكان:

لا يمكنك أن تسقط منه وتخرج منه مرة أخرى لأن المنطقة داخل الثقب الأسود تقع فيما وراء نهاية الزمن طالما هو خارج الكون وفى نفس الوقت يدخله فى الاعتبار. إذا استطعت أن تتبثق بطريقة ما من ثقب أسود فلابد أن هذا الخروج سيتم مثل أن تسقط فيه. وهى طريقة أخرى للقول بأنه قد تم قذفك للخلف فى الزمن. وهكذا فإن ثمة مفتاح للسر هنا، فالثقب الأسود له مدخل وليس له مخرج، إنه طريق واحد سريع لتعقب الزمن.

ماذا لو أن هناك شيء ما مثل الثقب الأسود له مخرج كما له مدخل: الشق الدودى ؟ ربما يمكن استخدامه للوصول إلى الماضى.

الشق الدودى والمكان أو الفضاء المنحنى:

لكى أشرح ما هو "الشق الدودى" فإننى أحتاج لوصف كيف تؤثر الجاذبية على المكان بمثل ما تؤثر به على الزمن. نظرية النسبية تتطلب أن يكون الزمن والمكان كلاهما مرن أو مطّاط. وهذا يعنى أن المكان يمكن أن يتمدد أيضًا. وفى الواقع فإن تمدد الكون هو بالضبط أقل أو أكثر من ذلك: المجرات تتباعد عن بعضها البعض لأن الفضاء بينها يتمدد. ولأن المكان له ثلاثة أبعاد، ومع ذلك فإن مرونته تنتج مستوى أعرض من الانحراف أكثر من مجرد التمدد أو الانكماش البسيط = الفضاء يمكنه أن ينحنى أيضًا.

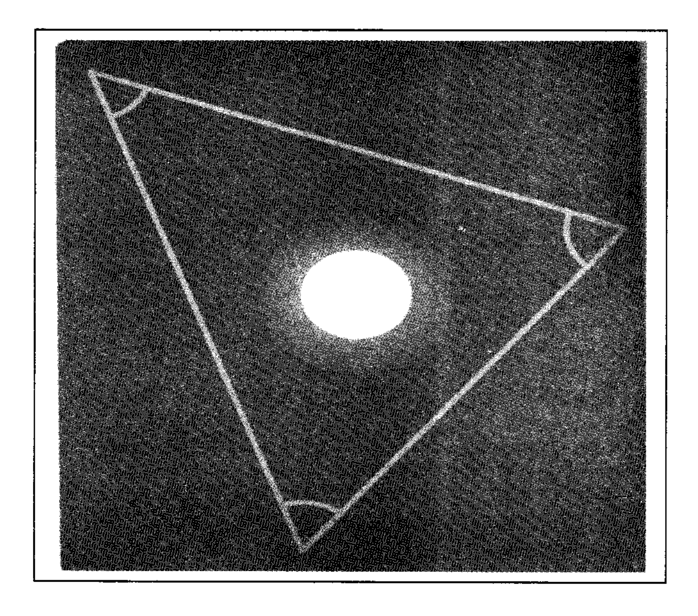


وعلى هذا فما الذى يعنيه الفضاء المنحنى ؟ لقد تعلمنا فى المدارس قواعد الهندسة كما وضعها أقليدس **Euclid**. وكمثال بسيط: ثلاث زوايا المثلث تكافئ زاويتين قائمتين (١٨٠ درجة). قواعد أقليدس تلك تناسب الأشكال المرسومة على السبورات وكراسات التمارين الهندسية أى السطوح. ولكن على سطوح منحنية فإن قواعد الهندسة تختلف. وعلى سبيل المثال فإنه على سطح كرة كالأرض فيمكن رسم مثلث بثلاث زوايا قائمة (٢٧٠ درجة)، حيث رأس المثلث ستكون عند القطب الشمالى والجانب المواجه له سيقع موازيا لخط الاستواء. قباطنة السفن وملاحوها يألفون حقيقة الاحتياج لقواعد هندسية مختلفة بالنسبة لسطح الأرض. (راجع انحناء الفضاء حول الشمس فى الشكل التالى)

ويمكن استخدام قواعد مشابهة فى الفضاء ثلاثى الأبعاد عندما ينحنى بالفعل. ولإعطاء مثل على ذلك، تخيل رسم مثلث حول الشمس، ماذا سيكون حاصل جمع الزوايا الثلاث ؟ معظم الناس سيخمنون أن المجموع سيساوى ١٨٠ درجة. النظرية النسبية تتبأت بأن المجموع سيكون أكبر من ذلك بقليل لأن جاذبية الشمس تحنى الفضاء حولها. والتأثير هنا صغير جدًا مجرد عدة ثوان قليلة من قوس المثلث الذى يكاد يطوّق الشمس، ويظل أقل كلما كبر هذا المثلث ونحن نستطيع قياس هذا الانحراف، بالطبع ليس عن طريق الرسم الفعلى لمثلث عن هذا النحو، وإنما بملاحظة أشعة الضوء أو إشارات الرادار المارة قريبًا من الشمس. وأحيانًا ما يوصف الأمر بأن جاذبية الشمس قد أدت لانحناء أشعة الضوء، ولكن التصور الأكثر دقة أن الفضاء نفسه هو الذى انحنى، وأن الضوء قد اتبع أقصر الطرق فى الهندسة الانحنائية.

انحناء الفضاء قابل لأن نراه أو ندركه أو نميزه بشكل واضح. إن انحناءً كبيرًا للفضاء يتطلب مجال جاذبية أقوى مثل مجال مجرة بأكملها تحتوى على مئات البلايين من النجوم. أحيانًا وبالمصادفة أن تتواجه مجرة مع أخرى أثناء سيرها فى مدارها كما نرى ذلك من الأرض، وفى هذه

الحالة فإن جاذبية المجرة المعترضة تعمل كنوع من العدسات محدثة انحناء للضوء القادم من المجرة البعيدة وتقوم بتركيزه مسببة ظاهرة "الهالة" المعروفة باسم حلقة أينشتاين **"Einstein ring"**. مكان آخر يمثل انحناءً كبيرًا للفضاء يحدث بالقرب من الثقب الأسود. وعند سطح ثقب أسود له مثل كتلة الشمس تكون الجاذبية أقوى بمقدار مائة بليون مرة عن تلك التى عند سطح الشمس، والفضاء هناك إذن ينحنى على نحو مشهدى.



انحناء الفضاء حول الشمس

وثمة طريقة لتصوير مرونة الفضاء ومطاطيته بالقرب من جرم هائل تتمثل فى مشابهته لورقة من المطاط وُضعت بشكل أفقى وفى وسطها حفرة نتجت عن وضع كرة ثقيلة هناك، وهذا يمكن أن يمثل لنا انحناء الفضاء عند الشمس، وعلى سبيل المثال، لو أن كرة أصغر تعبر هذه الورقة سوف تنحرف بحيث يمر طريقها عبر السطح المنحنى، وترتحل فى ممر منحنى حول الحفرة، تمامًا كما ترتحل

الأرض فى مدار منحنٍ حول الشمس. بالطبع هذه الورقة تمثل مكانًا ذا بعدين فقط، وفى الواقع فإن جاذبية الشمس تحنى الفضاء فى أبعاده الثلاثة إلا أن من الصعب إظهار ذلك فى صوره.

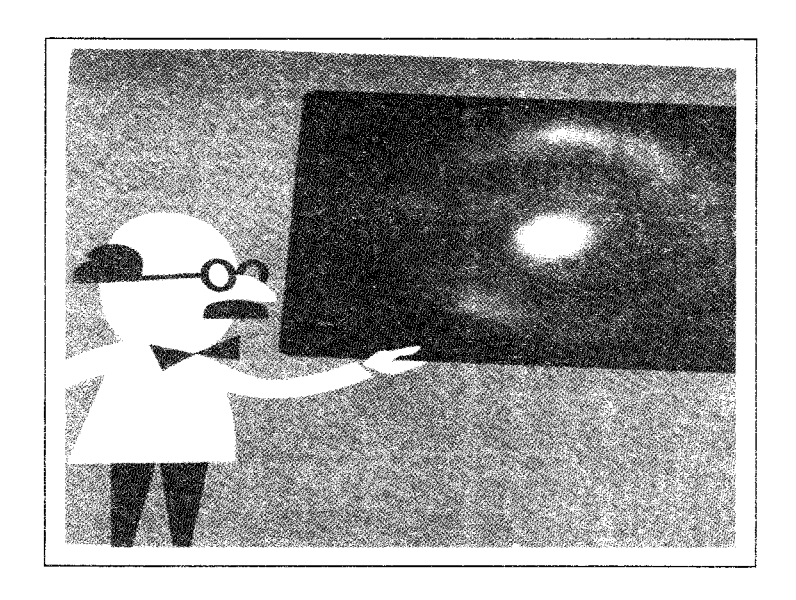
تخيل أنه بدلاً من الشمس هناك ثقبًا أسود فإن الفضاء (الورقة المطاطية) سوف ينحنى على نحو درامى إلى حفرة لا قاع لها. وهناك مجموعة من الأفكار تداولت ما الذى سيكون فى قاع الحفرة، أو هل هناك حفرة من الأساس. إنها قد تنتهى إلى "متفردة" أو حافة "الزمكان" كما يقولون.

وباكرًا فى عام ١٩١٦ قام الفيزيائى النمساوى لودفيج فلام **Ludwig Flamm** بدراسة هندسة الفضاء حول ما نسميه اليوم ثقبًا أسود، ولو أن هذا المصطلح – كما أشرت – لم يصك قبل ١٩٦٨ بمعرفة جون هويلر.

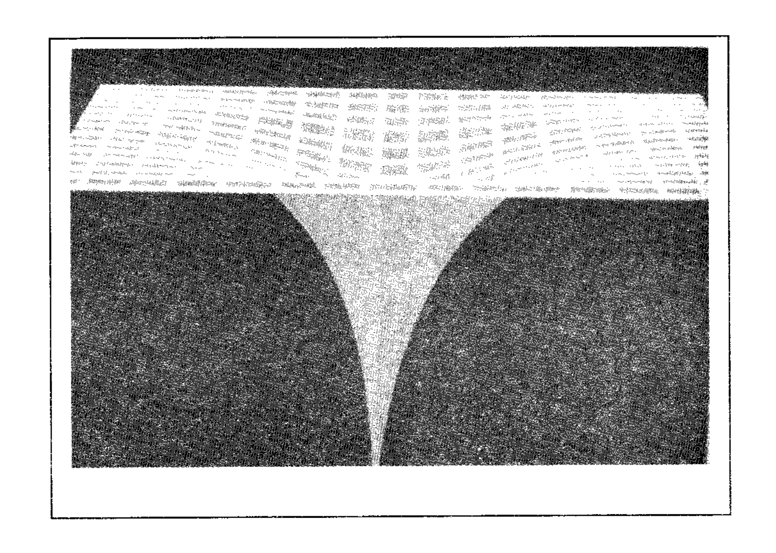
ومتأخرًا فى عام ١٩٣٥ أعاد أينشتاين ومعاونه ناثان روزن **Nathan Rosen** مراجعة هذا الموضوع. والشكل الذى تظهره الصورة معروف باسم "قنطرة أينشتاين – روزن" **Einstein – Rosen bridge**. فى أيامنا هذه بناء مثل هذا الشكل العام يسمى "الشق الدودى" والجزء الصغير فى الوسط يُصطلح على تسميته "الحلقوم" **rhroat**. وبعيدًا عن الثقب الأسود فإن الورقة المطاطية هى مسطحة تقريبًا لأن الجاذبية تكون ضعيفة هناك وكلما اقتربنا من الثقب يبدأ الانحناء فى الظهور، وتستحيل الورقة إلى حفرة. ولكن بدلاً من غمرها للأبد، فإنها تفتح مرة أخرى لتصنع سطحًا ثانيًا أسفلها.

هذا لم يكن متوقعًا. ماذا سنفعل بهذا الجزء السفلى ؟ ما المعنى المستفاد من هذه المنطقة من الفضاء آنئذ ؟ أحسن وصف لهذا السطح السفلى هو أنه يمثل "كونًا آخر"، ولو أن فهمًا أجود لهذه الملامح لم يأت

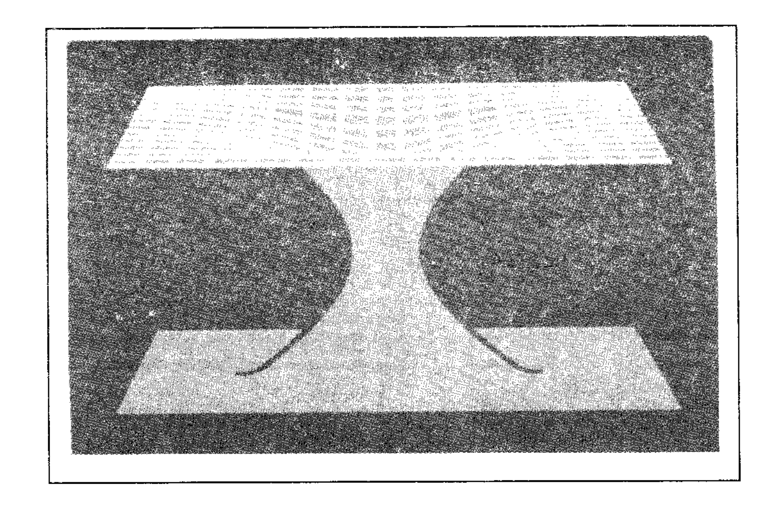
قبل عـــام ١٩٦٠ مـــن خـــلال عمـــل قـــام بـــه جـــورج شـــكيريس **George Szekeres** باســـتراليا ومـــارتن كروســـكال **Martin Kruskal** فـــى الولايات المتحدة.



حـــلقة أينشـــــــــتاين



انحناء المكان في الثقب الأسود



قنطرة أينشتاين روزن

ولو أن الفكرة آسرة ومثيرة للاهتمام فإن الكون الآخر المرتبط بالمرور فى الشق الدودى، يجب ألا نأخذه بجدية لمجرد أنه نتاج لنموذج مثالى رياضى. الأمر يعود لعام ١٩١٦ عندما توصل كارل شوازتشيلد **Karl Schwarzschild** إلـــى حل لمعادلة أينشتاين لتمثيل حقل الجاذبية فى الفضاء الفارغ خارج نجم ما، وهـــو ما لا يتعلق بداخل النجم. إذا حاولت التسوية بين نتيجة كارل مع نتيجـــة أخـــرى لوصف ما بداخل النجم فإن قاع الحفرة ونصف الشق الدودى سيستبعدان. وحتـــى إذا سمحت للنجم بأن ينهار إلى "متفردة" فأنت لن تنشئ قاعدة للورقة المطاطية.

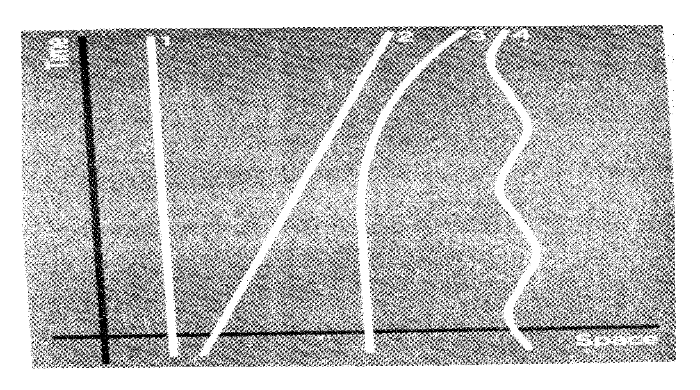
الطريقة الوحيدة التى يكون فيها للـــشق الـــدودى معنـــى فيزيائيًـــا، هـــى القول بأن العالم مصنوع على هـــذا النحـــو وبداخلـــه تقبـــع الـــشقوق الدوديـــة، متضمنة فيه، كنوع من العناية من قبل أمنا الطبيعـــة. وحتـــى لـــو كـــان الأمـــر كذلك فثمة تعقيدات لأن الشق الدودى لـــيس موجـــودًا ليبقـــى فـــى مكانـــه، إنـــه يتغير مع الزمن مبدئيا وربما أن الكونين الذى يفصل الـــشق بينهمـــا قـــد اســـتقل أحدهما عن الآخر. وأنهما يتـــصلان معًـــا عنـــد نقطـــة واحـــدة متماثلـــة مـــع "المتفردة" حيث انحناء الفضاء يكـــون لا نهائيًـــا. وهـــذا مثـــل المتفـــردة التـــى أثمرها انهيار الكرة إلى نقطة من الكثافة اللا نهائيـــة، فقـــط فـــى هـــذه الحالـــة ليس ثمة كرة منهارة وإنما فقط فضاء خال.

وعند بداية هذا التفرد ينفتح حلقوم الشق الدودى، إنمـــا فقـــط لاســـتمرارية محدودة ينغلق بعدها مرة أخرى ينفصل الكونان عن بعضهما. ومن المؤســـف أن هذه الحالة الناجمة عن ذلك الوضع تحدث بسرعة لدرجة أن لا شـــىء يمكـــن أن يقتحم الشق الدودى قبل انغلاقه. حتى الضوء لا يتسنى له المرور من كون لآخر، وهكذا فإن أى ملاحظ من عالمنا هذا لن يكون متاحًا له أن يـــرى الكـــون الآخـــر ناهيك عن زيارته. وهذا يجعل وجود الكون الآخر مجـــرد فرضـــية، طالمـــا أن الكونين – قمة وقاع الورقة المطاطية الأشبه بالشق الدودى – لا يمكنهما التأثيـــر أو تبادل التأثير بأى طريقة. وأى كائن فضائى من الغباء لدرجة القفز فى الثقـــب

الأسود سوف ينتهى به الأمر إلى الاصطدام بالــ "متفردة" فى المركز، ومن ثم يتم طمسه هو نفسه.

الزمكان المنحنى:

لقد شرحت ما الذى يعنيه تأثير الجاذبية على الزمن والمكان كل على حدة، مؤدِّية بهما إلى الانحناء، والأكثر دقة هو أن تعتبرهما معًا فى سمط واحد ووصف متحد.



رسم توضيحى للزمكان

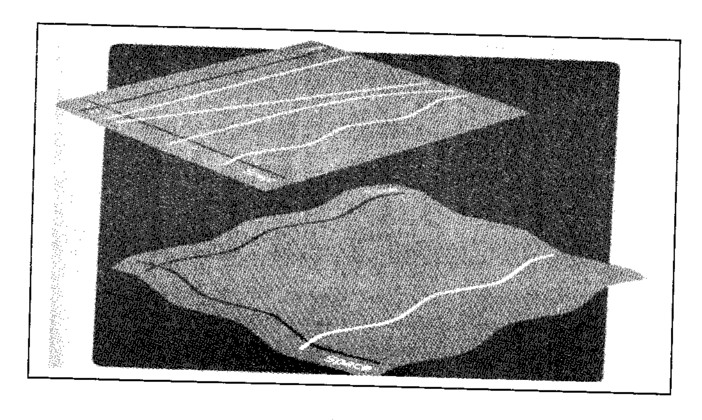
مفهوم "الزمكان" ليس صعبًا تخيله، وفى الرسم البيانى هنا سيكون محــور الزمن رأسيًا ومحور المكان أفقيًا، ولتبسيط التمثيل، فقد أظهرت مكانًا ذا بعد واحد. والخطوط البيضاء بالرسم هى مسارات لأشياء فيزيائية فى الزمكان. الممر الأول هو لشىء ثابت بينما الزمن يمر، والممر الثانى هو لشىء يتحرك بسرعة ثابتة فى اتجاه اليمين، والممر الثالث هو لجسم متسارع لناحية اليمين أيــضًا. أمــا الخــط الملتوى هنا (رقم ٤) فهو يصور جسمًا يتحرك للخلف فصاعدًا.

ما التى يمكن أن نقوله حول الفيزياء المنصبة على هذه المسارات المختلفة؟ وقد كان معروفا منذ نيوتن أن الجسم سوف يتسارع إذا ما دفعته قوة ما، وهكذا فإن المسارات المنحنية فى رسم توضيحى فيزيائى تتطلب قوى فيزيائية. المسار الرابع

مثلاً يتطلب شدًا ودفعًا كقوى متبادلة لجعل الجسم يتحرك للخلف وللأمام فى شكل "زجزاج".

تعتبر الجاذبية واحدة من بين القوى الفيزيائية. وجاءت نظرة أينشتاين السابقة فى تركيز الضوء على أن الجاذبية تختلف عن سائر القوى فيما يتعلق بالمسائل العصيبية أو الحاسمة: إنها تؤثر على جميع الأجسام بدرجة متساوية. وثمة قصة طريفة تروى عن جاليليو **Galileo** عن أنه ألقى جسم ثقيل وآخر خفيف من فوق برج بيزا المائل بإيطاليا ليثبت للمتشككين أنهما سيلمسان الأرض معًا، وبترجمة ذلك إلى الرسم البيانى للزمكان فإنه يعنى أن الجاذبية هى القوة المتسببة فى التسارع وأن كل الأجسام ستسلك نفس الاتجاه أو المسار (خفيفة أو ثقيلة، حارة أو باردة، حيّة أو ميتة... إلخ). وقوة من نوع آخر لن تكون كذلك، وعلى سبيل المثال فإن حقل كهربى يتسارع بالعناصر المشحونة سيترك العناصر غير المشحونة لتسلك الطرق المستقيمة للزمكان.

وقد ذهب أينشتاين فى ذلك إلى أن الجاذبية سيكون تأثيرها هو نفسه بالنسبة لكل الأجسام المتحركة، ومن الأحسن والأنسب ألا تمثلها (حقل الجاذبية) كقوة وإنما كخاصية هندسية للزمكان.



الزمكان المنحنى

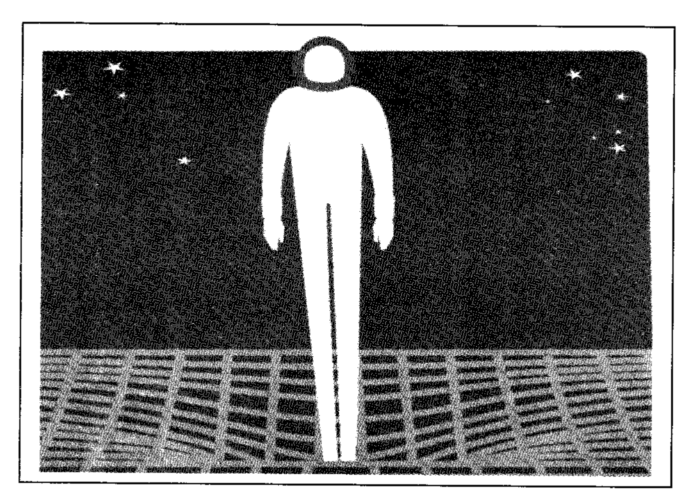
وهذه الفكرة الغامضة والمشهورة من السهل فهمها وفى الرسم التوضيحى صورت الورقة أو الفرخ ذا البعدين والمتضمن الرسم البيانى للزمكان الخاص بى، ولكن الذى لم يعد مسطحًا وإنما أصبح منحنيًا. وسيكون إذن من الواضح أن تحريف الورقة بالطريقة التى أظهرتها تشابه تأثير الانحناء فى الممرات. وبكلمات أخرى فإن التعرض فى مسار يمكن تحققه إما برسم خط متعرج على الورقة المسطحة، أو بخط مستقيم على ورقة منحنية. والاستقامة هنا تعنى الأكثر استقامة مثل أقصر ممر بين نقطتين على ورقة منحنية. وقد افترض أينشتاين أنه من الأفضل التفكير فى الأمر (مجال الجاذبية) هندسيًا أكثر من كونه "قوة" تقوم بعملها فى زمكان مسطح. وبالطبع هذه الخاصية تستلزم أن تمتد بفكرة انحناء الزمكان من ورقة ثنائية الأبعاد مثل البادية فى الرسم إلى رباعية الأبعاد (ثلاثة للمكان وواحد للزمن) إلا أن هذا يعتبر "استقامة" من الناحية الرياضية.

الشقوق الدودية تحملنا إلى كون آخر:

لا بد أن يكون الشق الدودى قابلاً للاجتياز حتى يكون ذا فائدة لآلة الزمن، بمعنى أن المسافر فى الزمن يجب أن تكون لديه القابلية للعبور منه والخروج سليمًا معافى لم يمسسه ضر. ويعتبر هذا ممكنًا مع النوع من الشق الدودى الذى توصل إليه شوارزتشيلد قبل أن ينغلق على نفسه أو يذوى قبل أن يستطيع أى شىء المرور فيه. ولكن النموذج الذى أدى إلى ذلك قد افترض أن الفضاء خالى أو مفرغ وله تماثل كروى (تتساوى فيه جميع الاتجاهات) ولكن ماذا يحدث لو أننا نحينا هذه الافتراضات الآن ؟

فى ستينيات القرن الماضى بدأ الفيزيائيون والرياضيون فى دراسة خاصية المغزلية (التحرك اللولبى) فى الثقوب السوداء. هذه النتوءات أو الانتفاخات التى تدور حول أواسطها بنفس الطريقة التى تتحرك بها الكواكب المتعاقبة بسبب قوة الطرد المركزى (الاندفاع بعيدًا عن المركز). الآن هذه القوة تواجه قوة الجاذبية. أى أن السبب فى أن شق شوارزتشيلد يذوى بسرعة يرجع إلى كثافة الجاذبية بداخله. وعن طريق التعاقب (الترددى) يصبح تأثير الانزواء فى فتحة الشق

متحسنًا أكثر فأكثر لدرجة أن حلقوم الشق ربما يبقى مفتوحًا بحيث يـستطيع أحـد الأشياء أو أحد الأفراد المرور عبره. منذ أربعين سنة مضت كان من المعتقـد أن الثقوب الدودية الحلزونية أو المغزلية الحركة يمكن أن تمدنا بشقوق دودية قابلـة للاجتياز، على الأقل من خلال النماذج الرياضية المثالية التى اسـتخدمت حينئـذ. وكان ثمة مناقشات حول ما الذى ينتظره كائن فضائى ليسقط فـى ثقـب أسـود مغزلى، وبعدئذ يظهر مرة أخرى فى كون آخر.



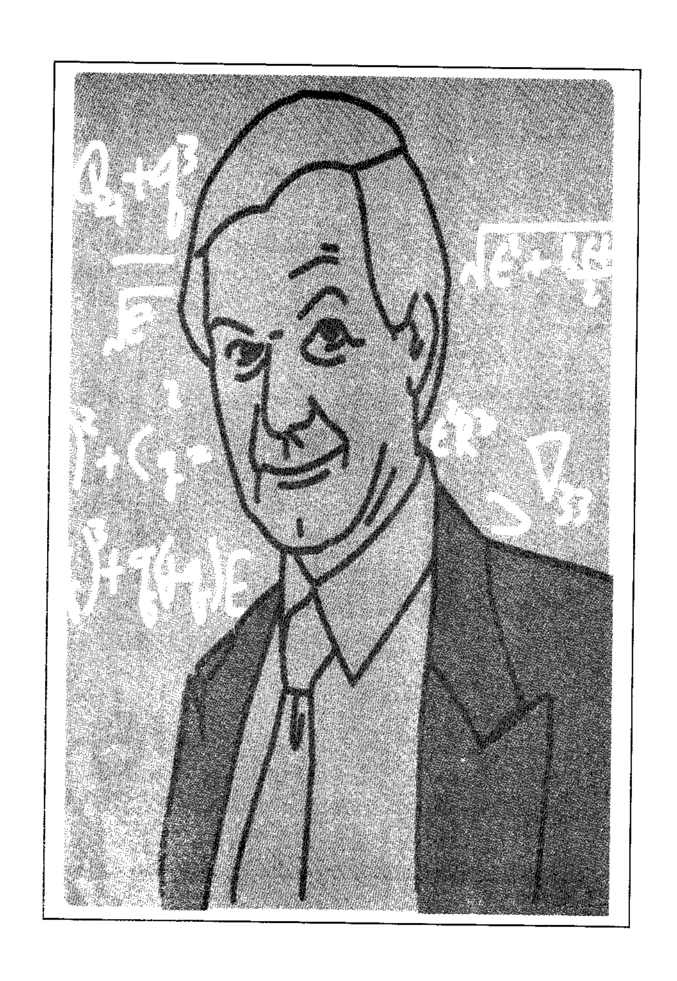
عصر الكتفين وطول القامة

ومن خلال فحص أضيق أو أقرب بـدت عـدة مـشكلات علـى الـسطح من هذا السيناريو. المشكلة الأولى عملية محـضة. ذلـك أن أى كـائن فـضائى سيقفز فى ثقب أسـود، فـسيغامر بكونـه سـيكون خاضـعًا لقـوى الجاذبيـة المكثفة. ولكى تكتشف لماذا ؟ تخيل نفسك قـافزًا مـن الطـائرة بقـدميك قبـل بقية الجسد. فإنه بسبب جاذبيـة الأرض وأبعـاد الارتفـاع ولأن قـدميك همـا الأقرب إلى الأرض فسوف يـتم شـدها إلـى الأرض بقـوة أكثـر قلـيلاً مـن رأسك، وعليه سيتمدد جسدك بالاستطالة لدرجـة خفيفـة، وفـى نفـس الوقـت يتم عصر كتفيك لأن كل كتف منها سـيتم جـذبها فـى اتجـاه مركـز الأرض،

وانحناء الأرض يعنى أنهما تحاولان السقوط فى ممر يحافظ على التحامهما. أى التأثير يتلخص فى أنك تتعرض للتمدد وللعصر فى آن واحد (بشكل خفيف بالطبع).

إن مثل هذا التمدد والعصر المتزامن الناجمين عن قوى الجاذبية هو الذى فجر المذنب شوميكر – ليفى ٩ **Shoemaker- Levy 9** إلى شذرات متفرقة قبل أن يغوص فى كوكب "المشترى" عام ١٩٩٤. إذ إنه بالقرب من ثقب أسود بكتلة الشمس فإن التأثير – محل حديثنا – سيكون قويًا لدرجة أنه سيمزق أى كيان فضائى ويحوله إلى ما يشبه "طبق الاسباجيتى" فى هنيهة. ويمكنك أن تبقى حيًا بسقوطك على سطح ثقب أسود بكتلة تعادل ١٠,٠٠٠ من كتلة الشمس إن ثقبًا أسود هائل العنف بقطر بليون الكيلومترات سوف لن يشكل مشكلة، ولكن مثل هذا الشىء ستكون له كتلة مثل مجرة صغيرة، وليس عمليًا اقتراح اختياره كَمخْرَج لكون آخر.

والمعضلة الأكثر جدية فى اجتياز ثقب أسود مغزلى الحركة تتمثل فى أن النماذج المثالية المعروضة والمحتوية على الشق الدودى، تجاهلت تأثير أى مادة مشعة قد تكون فى الجوار. وليس فقط يمكن أن يقع فيها الكائن الفضائى وإنما أى شىء آخر يمر هناك عرضًا، ومثال لذلك: الأشعة الكونية أو ضوء النجوم: إن كثافة الجاذبية فى الثقب سوف تتسبب فى تضخيم الطاقة ورفع معدلاتها فى الأشياء التى تمتصها داخل الثقب، مُشكّلة ما يشبه الحائط الشفاف عبر حلقوم الشق الدودى. وجاذبية هذا الحائط ربما تسبب فى انهيار الشق الدودى وإلحاقه بحسم فى "المتفردة".



سير روجر بنروز **Sir Roger Penrose**

وليس هذا هو كل شيء، فثمة قوة الطرد المركزى لثقب أسود حلزونى الحركة، فهى بدورها ستدخل فى تحدى أو معركة مع الشد الجاذبى الداخلى ولكن ليس كثيرًا لأن المتفردة ستعمل على الحيلولة دون بلوغ التحدى درجة مؤثرة. وقد سبق أن شرحت كيف أن كرة من المادة تنفجر داخليًا إلى نقطة من الجاذبية المكثفة. وكرة ذات حركة مغزلية لن تكون كرويّة الشكل مثلها مثل الانتفاخ الأرضى عند خط الاستواء، ولكن بدلاً من ذلك سوف تنهار مشكّلة متفردة حلقية

داخل الثقب. وإذا نحن تجاهلنا هذه المشاكل المشار إليها للحظة فإن كائنًا فضائيًا يمكنه أن يسقط فى الحفرة ويخطئ طريقه إلى "المتفردة" ويخرج مرة أخرى إلى كون آخر.

فكرة أن كائنًا فضائيًا ربما يشاهد بنفسه "المتفردة" ويعيش ليحكى لنا القصة وماذا هناك، هى من الأفكار التى تجلب الرعب لقلوب الفيزيائيين. إذ على سطح المسألة أو على رأسها فإن متفردة ثقب أسود ستكون جوهريًا حائزة على كثافة لا نهائية، وأيضًا انحناء فضائى لا نهائى. وهى بذلك تصبح حواف أو تخوم أو حدود للمكان أو / للزمن أو كليهما، وليس هناك حرفيًا ما وراءهما: هى أمكنه يتسنى فيها للأشياء الفيزيائية أو القوى بتأثيراتها أن تدخل الكون. ومقدار وافر من المادة يصطدم بالمفردة ويظل موجودًا، هو شىء سيئ بما فيه الكفاية، ولكن ماذا لو أن مقدارًا وافرًا من المادة استطاع – على نحو متزامن – أن يندفع خارجًا من المتفردة ؟ فكرة أن ثمة منطقة من الفضاء يمكن لكل شىء فيها أن ينبثق فجأة بدون سبب وبدون إنذار، هى من الأفكار المحببة كبداية. أنها لن تمثل شيئًا أقل من مجرد كسر أو تحقيق هزيمة مدوية للنظام الكونى العقلانى.

ولهذا السبب قدم لنا السير روجر بنروز **Sir Roger Penrose** قانونًا للطبيعة ينجح فى قبول هذا الاعتداء غير المقبول أو غير مُرحَبًا به. لقد حدس أن المتفردات طالما هى فظيعة على هذا النحو فسوف تكون على الأغلب متدثرة أو ملتصقة بالثقب الأسود، بحيث لن يتسنى لأى كائن فى العالم الخارجى (عنها) أن يكون قادرًا على رؤيتها. ولا توجد سلطة فيزيائية غير مبررة يمكن أن تنطلق للكون العريض ليحدث مثل هذا الدمار، ولا حافة للزمكان يمكنها أن تكون معرضة للتحديق فى هذا المشهد العام.

وقد سمى بنروز هذا الأمر بـ "فرضية الرقابة الكونية".



Carl Sagan كارل ساجان

لن تكون هناك منفردات غير مكشوفة

وهذا ما تكمن فيه المتاعب المتعلقة بالثقوب السوداء مغزلية الحركة. إذا استطعت أن تنزل فى واحد منها صاعدًا بمركبتك صعودًا شمعدانيًا للمنفردة الحلقية وخرجت إلى كون آخر، فهنا يمكن لكل ما يحيط بها من سخام أن يخرج معك وبالتالى ستصبح المنفردة مكشوفة أو عارية بالنسبة للكون الآخر ومستخفة بفكرة الرقابة الكونية.

والآن يجب أن يقال إن ذلك ليس قضية سدود تحول دون الثقوب السوداء أو تمنع الذهاب إليها. فلا أحد قد برهن على فرضية الرقابة الكونية على أنها ربما تكون خاطئة. وأيضًا فقد تكون "المنفردة" نوعًا من الخيال الرياضى. بل وربما تنهار النظرية النسبية وحتى المفاهيم عن الزمكان قبل أن تتشكل "المنفردة"، وعليه فلم يزل، ولكل الأسباب السابقة، استخدام الثقوب السوداء المغزلية الحركة كبوابة لكون آخر يبدو أنه أمر مشكوك فيه. وإذا كان الهدف هو العثور على شق دودى قابل للدخول والخروج منه فلابد من وجود شيء آخر، يمكنه مقاومة وتحدى الجاذبية على نحو أكثر حيوية.

كيف تصنع شقًا دوديًا قابلاً للدخول فيه والخروج منه

بدا مفهوم الارتحال فى الزمن من عمل الخيال العلمى، وظل محصورًا فى هذا المجال إلى وقت قريب. وعلى وجه العجب فقد تم قدح المسألة بحيث انتقل هذا النوع من الترحال من الخيال العلمى إلى عمل علمى جاد حالما ظهرت رواية للخيال العلمى بمعرفة الفلكى كارل ساجان **Karl Sagan** التى كتبه تحت عنوان "اتصال" **Contact** الذى تحول فيما بعد إلى فيلم سينمائى فى هوليود من بطولة جودى فوستر **Judie Foster**. والرواية لم تكن مَعْنيَّه بالضبط بالارتحال فى الزمن وإنما حول رسالة راديوية وردت مما يعتقد أنه مجتمع فضائى أكثر تقدمًا وهذه الرسالة تشتمل على تصميم لماكينة لإنشاء شق دودى فى الفضاء بين الأرض

والنجم فيجا **Vega** الذى يبعد عن الأرض بمقدار ٢٦ سنة ضوئية. ولقد وظف ساجان فكرة الشق الدودى كوسيلة خيالية لتجاوز السرعة النهائية للضوء، وتجاوز المخاوف من ذلك. وفى "اتصال" وصل العلماء إلى النجم "فيجا" فى دقائق قليلة.

ويختلف شق ساجان الدودى بفرق واحد عن الشقوق الدودية التى سبق شرحها هنا وهذا الفرق يشكل تفصيله هامة. الشقوق الدودية لثقب أسود تُعتبر بوابة للولوج إلى كون آخر. بينما يمثل الشق الدودى لساجان نفقًا يصل بين نقطتين فى نفس الكون. لكن ساجان لم يقدم تفصيلاً مقنعًا أو كافيًا عن كيفية بناء الشق الدودى. وفى الفيلم السينمائى صعدت جودى فوستر إلى ما يشبه كبسولة فضائية ودخلت إلى ما يقرب فى الشبه من خلاط ضخم وبعد ذلك أخذت تصدر صوتا كالزئير وهى تمر عبر نفق ضيق لتبرز مرة أخرى فى موضع آخر من المجرة. لقد بدا الأمر رائعًا ولكن هل كان معقولاً أو مناسبًا بدرجة كافية ؟ كان ساجان يقوم بخدعة يبقى منها معرفة إذا ما كان يمكن استخدام الشق الدودى كطريق مختصر فى السفر ما بين النجوم وهل لذلك أساس علمى أو مصداقية علمية، وهو فى هذا اقترب من صديقه الفيزيائى النظرى كيب ثورن**Kip Thorne** الذى يعمل فى معهد التقنية بكاليفورنيا.

وافق ثورن وزملائه على فحص إمكانية تحويل رؤية ساجان الخيالية إلى حقيقة واقعية. وكانت وسيلتهم فى ذلك هى تبنى نوعًا من الهندسة العكسية للشىء الجاذب، كنجم ما مثلاً، ثم استخدام الجاذبية كما عبرت عنها النظرية النسبية كى تتنبأ بأن المكان القريب من النجم سوف ينحنى.

ومن أجل هذا المشروع بدأ ثورن فى كتابه الإجابة أولاً. هو يعرف أى نوع من الهندسة الفضائية سيكون متطلبًا. بشىء ما يتخذ شكله نوعًا من الفوهات الكروية، ولكن لابد له أن يكون شقًا دوديًا غير خطر أو معقول بحيث يظل مفتوحًا لمدة تكفى لعبور جودى فوستر فيه دون أن تتمزق بفعل قوى الجاذبية أو تتعرض السطوح للنارية الحارقة المفعمة بطاقة لا نهائية. من الواضح أن الشق الدودى الذى ناقشته أنا لن يكون

كذلك. ولذا تساءل ثورن عن أى نوع من المادة يمكنه أن ينشئ شقًا دوديًا ودودًا (إذا جاز التعبير).

وبعد ذلك بقليل بدا واضحًا أن أى نوع من المادة مألوفا (الماء مثلاً... الماس ... الهيدروجين... الضوء... النيوترونات... إلخ) لا يفى بهذا الغرض. ففى جميع هذه الأحوال سيتعرض حلقوم الشق الدودى إلى انهيار مؤكد قبل السماح لأى شىء باجتيازه - لا بد من مادة أخرى مجلوبة هى التى نحتاج إليها.

ليس من الصعب أن نحدد هذه المادة المتطلبة. وإذا كان الشق الدودى قابلاً للعبور فلا بد أن يكون له مدخل ومخرج، وفى هذه الحالة يجب أن يتألق الضوء خلاله ولكن السبب فى أنه ليس له مخرج أن الجاذبية فيه تحنى الضوء داخله وتميل به إلى التمركز تجاه المتفردة، وإذا ما سمح الشق الدودى للضوء بالخروج من نهايته فلا بد أن يتم تعديل مسار الضوء فى مكان ما داخله مثلاً بحيث ينحنى فى اتجاه الخروج بعيدًا عن "المنفردة".

وتبين لثورن أن الطريقة التى يمكن استخدامها لتحقيق ذلك هى استعمال نوع من "الجاذبية المضادة". وليس هذا مفاجئًا - شىء قوى يصبح مطلوبًا لدعم الشق الدودى لكى يصمد أمام ميل الجاذبية لتحطيمه وجذبه بعنف إلى "المنفردة" ويبعده عنها. ولكن هل يوجد مثل هذا الشىء ؟

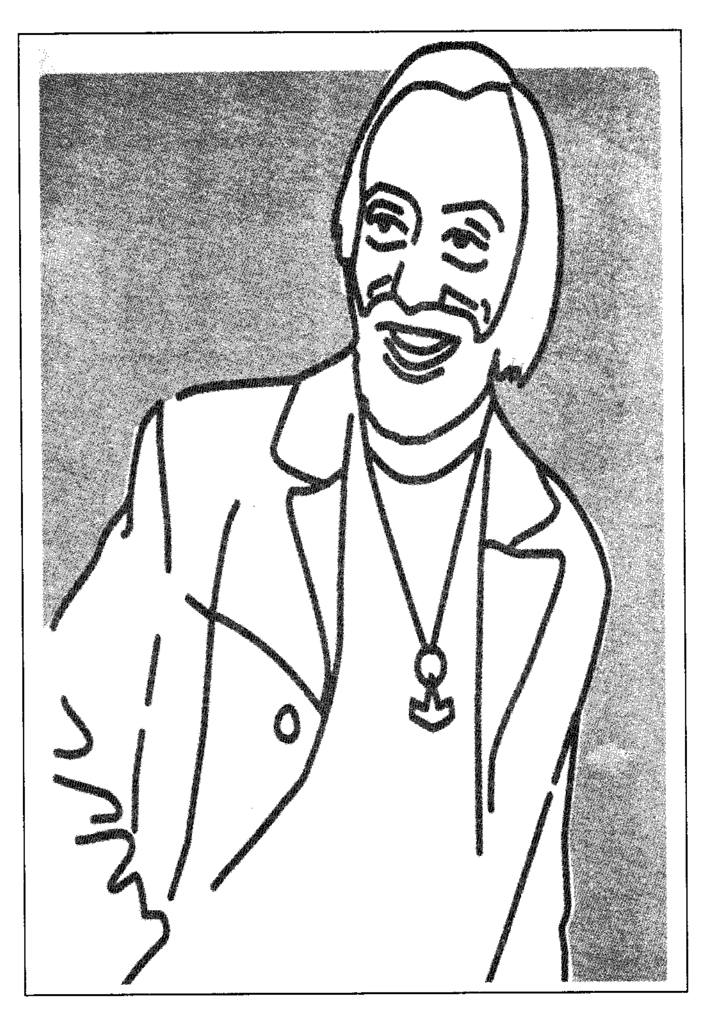
إنه موجود بكثرة ضمن الفولكولور أو الأدب الشعبى والأساطير القديمة فالرفع إلى السماء والذى يجعل الأشياء تسبح فى الفضاء ورد فى الكثير من أديان العالم وعقائده الغامضة أو الصوفية، كما أن مضادات الجاذبية من الموضوعات المفضلة فى مجال الأطباق الطائرة "**UFO**"(*). والألوان الصفراء المسيّرة لسفن فضاء الكائنات الفضائية. كما أسعدت هذه الفكرة عقول المفكرين المستقلين

(*) اختصار بالأحرف الأولى لعبارة : unknown flying objects أى الأشياء الطائرة غير المعروفه (المترجم).

والمخترعين اللاعقلانيين وأصحاب الرؤى من المغامرين الرأسماليين، مُرَكِّــزين على حلم إبطال مفعول جاذبية الأرض والطيران إلى النجوم بدون حاجــة إلى صواريخ وقد كانت مضادات الجاذبية ضمن ثمار الخيال العلمــى عنــد ويلــز **Wells** الذى تخيل نوعًا مما يحجب الجاذبية أسماه "الخفى" **Cavonte** فى عملــه الذى حمل عنوانًا: "أول رجال على القمــر" **The First Men in the Moon**.

أما أول ظهور لــ "مضاد الجاذبية" فى العلم فقد جاء على يد أينشتاين، ففى عــام ١٩١٧ ظهرت نظريته العامة عن النسبية مفسحة المجال لمساهمة نوع من الجاذبية المتنافرة. وقد فعل ذلك ليقدم نموذجًا للكون، إذ إن أحدًا فى ذلك الوقت لــم يكــن يعرف بأن الكون يتمدد. فقد كان أينشتاين محيّرًا وانتابه الارتباك (شأنه فى ذلــك شأن نيوتن) حول كيف للكون أن يظل "ســاكنًا" **Static** بينمـــا القـــوة الوحيـــدة الصحيحة فى الكون هى الجاذبية، وهى التى تجعل كل الأشياء فى الكون تنجــذب إلى بعضها. وعلى هذا فقد أضاف حدًا لمعادلتـــه عن مجـــال الجاذبية لـــــوصف ما يعرف بـــ "الجاذبية المضادة". كى فقط يمكن القول بأن الجذب الذى تفعله قـــوة الجاذبية مع قوة الطرد التى تثمرها الجاذبية المضادة هى التى تجعـــل بالإمكـــان الحصول على كون مستقر وثابت.

وبمجرد أن اكتُشف أن الكون يتمدد وليس ثابتًا، فقد هجر تلك القوة (الجاذبية المضادة) معتبرًا أنها أكبر تخبّط عاناه على مدى حياته. ومن سخرية الأقدار أنـــه كان من الممكن أن يكون محقًا بعد كل شىء. ولو أن "الجاذبية المضادة" ربما لـــم تعد من متطلبات الكون الثابت الآن. فإن قوتها ربما لا تزال باقية وثمة دلائل فلكية تقترح صحة هذا الفرض، والواقع أنها كذلك. بصرف النظر عن كونها فى شكلها الكونى الفاسد، فالجاذبية المضادة التى اقترحها أينشتاين هى من الضعف بدرجـــة أنها لا تساعد فى نشوء شق دودى قابل للاجتياز.



كيب ثورن **Kip Thorne**

مضادات الجاذبية أثمرتها أيضًا فروع من الفيزيـاء، ولكـن فقـط ظلـت مشارطات معتادة. والفكرة الرئيسية لها من السهل الإمساك بهـا. لأنـه فـى أى مادة عادية فإن الكتلـة هـى مصدر جـاذبى ولأن الرابطـة بـين الكتلـة والطاقة هى **(E=mc2)** فإن أنواع الطاقـة كلهـا طاقـات جاذبـة. وإذا أردت مضادًا للجاذبية، فإنها يمكن أن تنشأ عن طاقة سالبة.

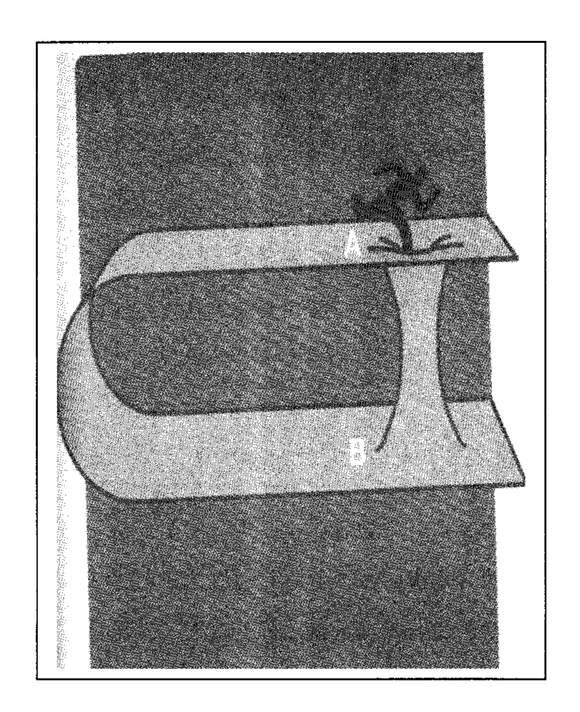
الجاذبية طاقة موجبة، والمضاد لها هو الطاقة السالبة

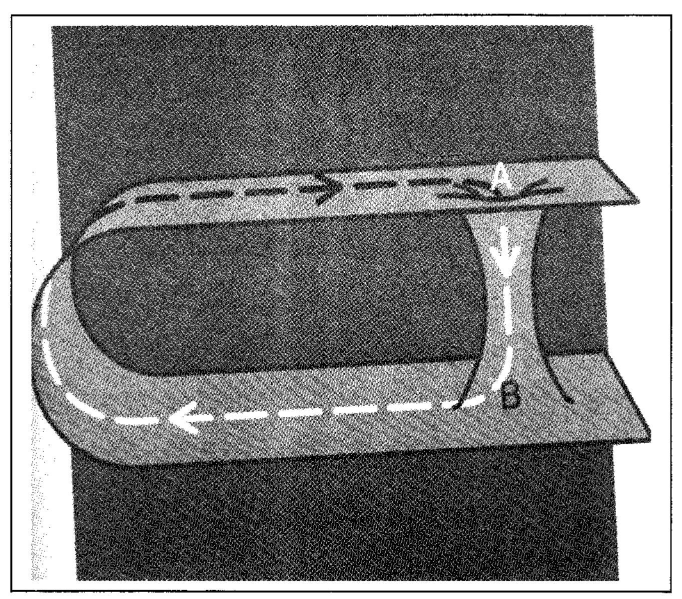
تبدو الطاقة السالبة لأول وهلة كنوع من الوجبة السلبية غير الواضحة. وبالتأكيد سواء حصلت على وجبة أو لم تحصل . ما الذى يمكن أن تحصل عليه ؟ هل حصلت على أقل من وجبة ؟

الإجابة تكمن فى الطاقة صفر. فلأن الطاقة تعتبر جاذبة فإن الطاقة صفر تشابه أنه ليس هناك حقل للجاذبية على الإطلاق. وفى النظرية العامة للنسبية وطبقًا لها فليس ثمة انحناء فى الزمن أو انحناء فى المكان وسيكونان بالضبط مسطحان تمامًا، فإذا استطعنا أن ننشئ حالة طاقة أقل من الصفر، فهى إذن طاقة سالبة، وبذا نكون أنشأنا حالة الجاذبية المضادة.

تخيّل صندوقًا مصنوعًا من مادة عادية ومملوءًا بطاقة سلبية لجعل الكتلة بكاملها للطاقة سلبية. هل يمكنها أن تطير لأعلى بدلاً من سقوطها لأسفل ؟ للأسف لا. ومن الصحيح أن الصندوق سوف يحس بقوة تجذبه لأعلى ولكن لأن كتلته سلبية فربما يتحرك نحو الاتجاه العكسى مثل السقوط لأسفل. وهكذا فإن الطاقة السلبية مثلها مثل الطاقة الإيجابية. ولا يمكن استخدامها فى التحليق نحو النجوم.

لكن مجال الجاذبية الذى تنشئه الطاقة السلبية هو بالتأكيد مجال طارد. فإن كرة من مادة عادية توضع بالقرب من الصندوق فإنها ستتسارع بعيدًا عنه. ولو كانت الأرض مصنوعة من طاقة سلبية فسوف يُقذف بنا جميعًا إلى الفضاء.


A
B


A
B

وفى الفصل الثالث سوف أشرح كيفية إنشاء حالة طاقة سلبية، ولكن حاليًا دعنا نفترض أن فى متناول أيدينا ثمة أنواع غريبة من المادة وأنه أمكننا شحنها فى حلقوم الشق الدودى. فإذا تضادت بقوة كافية مع الجاذبية هناك فإنها سوف توقف انهيار الحلقوم والسماح للضوء وربما رواد فضاء بالعبور خلاله. والشكل النهائى للشق الدودى يمكن تمثيله على فرخ مرن ذى بعدين، ولكن فى هذه الحالة سوف ينحنى الفرخ (الورقة) فى شكل دائرى حتى يقترب من النهايتين المتقاربتين معًا ومن ثم يتصلان ببعضهما خلال الشق الدودى. وبهذه الطريقة ستكون النقطتان، **A**، **B** متباعدتين جدًا فى الفضاء ربما بما يوازى الكثير من السنوات الضوئية – ويمكن وصلهما فى شق دودى قصير تمامًا كما حدث فى فيلم "اتصال" السابق الإشارة إليه.

يبدو طىّ الفرخ حول نفسه بالطريقة التى أبرزتها مثل انحناء متطرف لجزء كبير من الكون حين ينفرد من تلقاء نفسه. وهى مهمة أو هدف يمثل عبئًا ثقيلاً حتى لحضارة متميزة للغاية عنا. وللحقيقة فإن مثل هذا الغرض يعتبر، مما يساء فهمه على النحو الذى شرحته. إذ من الحقيقى أن الجاذبية تؤدى إلى انحناء المكان ولكن استعدال الانحناء هنا ليس نوعًا من انحناء المكان القائم على الجاذبية، إذ إن عملية فرد الفرخ (الورقة) لا يؤثر على الخواص الهندسية بالنسبة للفرخ ذاته.

ولكى ترى هذا تخيل أشكالاً هندسية مرسومة على الفرخ "مثلثات ودوائر"، وببساطة عندما تنفرد الورقة أو الفرخ فليس ثمة تمدد ولا انكماش ولا شىء يتغير عند السطح، وكل الزوايا تظل كما هى والمربعات هى المربعات. قارن هذا بما لو حاولت أن تلصق الفرخ (الورقة) على سطح كرة، فى هذه الحالة ستحتاج لأن تمدد الورقة، وهنا تنفرد الزوايا وتتشوه المربعات وهكذا (الاتجاه العكسى أيضًا صحيح هو الآخر، فقط فكر فى المقطع المتضمن على خريطة للأرض والسطوح

السيلندرية (الأسطوانية) هو لا يعطى انحناءً فعليًا وإنما السطوح الكروية هى التى تفعل ذلك. وجملة مشابهة يمكن أن تقال عن أبعادهم الثلاثية المتساوية.

وعندما نأتى للشق الدودى الذى نترقبه هنا فليس ثمة انحناء جوهرى أو حقيقى فى الفضاء العادى أو الفضاء الخارجى بين النقطتين **B, A**، على الرغم من الرجوع للخلف، وهندسة الوضع تظل على نفس البعد بينها، والزوايا لا تتغير... إلخ. فأنت لن تعرف أن ثمة شق دودى يربط بين مكانين متباعدين بشدة.

لم يكشف البحث الذى أجراه ثورن وزملاؤه عن أى شىء أساسى يُخطِّئ فكرة قابلية الشق الدودى للاجتياز، طالما أن شكلاً ما من مادة غريبة أو دخيلة يمكن أن تنتشر. وهذه المادة لا يستوجب الأمر أن تكون غريبة تمامًا، إذ من المُعتقد أنها توجد فى بعض الأنظمة الفيزيائية المعروفة ولو بكميات ضئيلة. لقد كان هذا اكتشافًا له معنى فعلى الرغم من أنه لا يبرهن على أن الشقوق الدودية القابلة للاجتياز موجودة بشكل واضح ومحدد، فإنه لا يعطى إمكانية وجودها.

وكان هذا مثيرًا كفايةً، وهناك الكثير مما يمكن مواصلة الحديث عنه، ومجرد أن تستطيع الأبحاث هضم إمكانية وجود الشقوق الدودية فى الفضاء، فسوف يبزغ فجر إمكانية صناعة شق دودى، كما يمكنه أن يخدم فى مسألة "آلة الزمن". لأنه مع الثقب الأسود فإن حقل جاذبية الشق الدودى يمكن أن يعمل كوسيلة للوصول إلى المستقبل. ومع ذلك فإن الشق الدودى يمكن أن يفعل المزيد حيث يمكن استخدامه أيضًا للذهاب إلى الماضى. إذ بمجرد عبوره من النقطة **A** إلى النقطة **B** فمن الممكن الاتجاه خلفًا إلى الماضى فى أى وقت. وبالعودة السريعة عبورًا فى الفضاء العادى يمكنك العودة إلى **A** فيما قبل مغادرتك لها. وفى النهاية فقد عثر الفيزيائيون على طريقة مقبولة ظاهريًا أو جديرة بالتصديق للارتجاع إلى الخلف وإلى الأمام فى الزمن.

ولكن كيف تصنع شقًا دوديًا كآلة زمن ؟

الفصل الثالث

كيف تبنى آلـــــة زمـــــن ؟

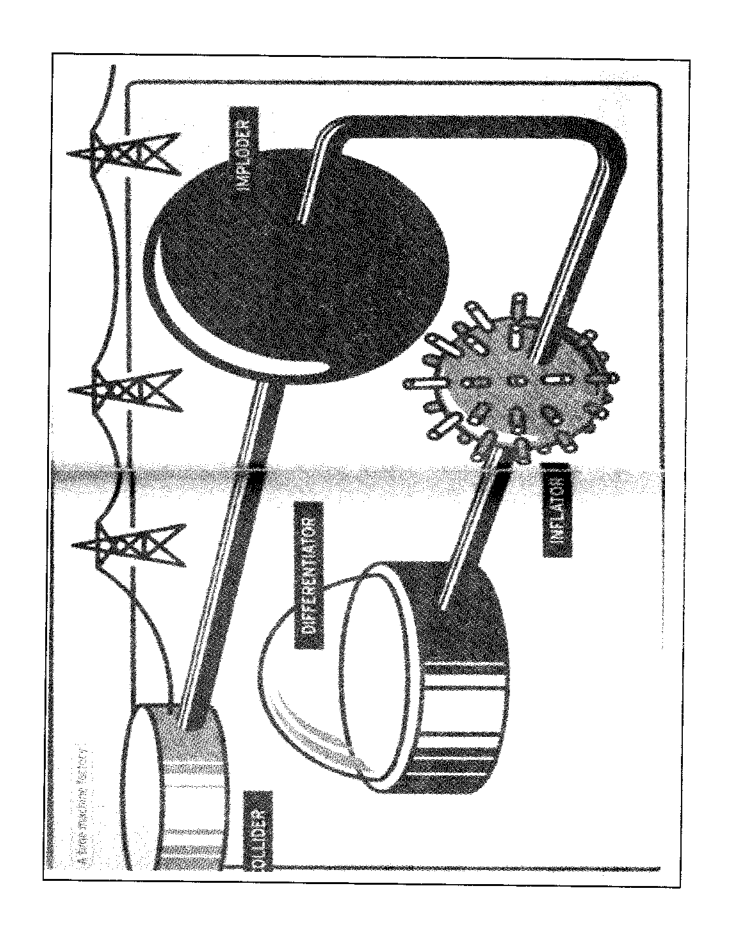
"الشقوق الدودية وآلات الــزمن اليوم ينظر إليها بمعرفة الكثيــر من الفيزيائيين على أنها نوع من الخيال المفرط"

كيب ثورن Kip Thorne



لعله يمثل المشكلة الواضحة والأكثر جذرية التى تقف فى طريق أية محاولة لعمل شق دودى فى منطقة عادية من الزمكان. فكّر فيما ستفعله حين تشرع فى صنعه مستخدمًا فرخاً من الورق، ولو أن هذه الورقة سيتم طيها حتى تلامس نفسها. فلا مهرب لك عند توصيل سطحى الورقة من أن تقوم بقطعها ثم لصقهما مع بعضهما مرة أخرى. ولا يهم ما تقوم به من لف أو تدوير أو سحب ودفع، ففى مرحلة ما لا بد من أن تلجأ إلى شقها. والمشكلة هى نفسها لو أنك لجأت إلى كرة من السهل تكيّفها مع الأحوال، وحولتها إلى شكل من أشكال الكعك **doughnut**. ليس هناك مفر من أن تثقب الكرة، وهو أمر يستحيل تجنبه. وهذه الصعوبة مستقلة تمامًا عن الهندسة المعنيّة بالمسألة، وإنما هى متعلقة بطوبولوجية النظام (تاريخ مكان معين) أو تركيبه البنيوى أو هندسته اللا كمية (دراسة موقع الشىء بالنسبة للأشياء الأخرى، بدون اللجوء للمسافة أو الحجم).

وفى حالة الشق الدودى فى الفضاء، باعتبار الورقة هى الفضاء نفسه، فمن المهم أن تميز أن الشق الدودى ليس ثقبًا فى أى شىء وإنما هو واقعيًا مصنوع من الفضاء.

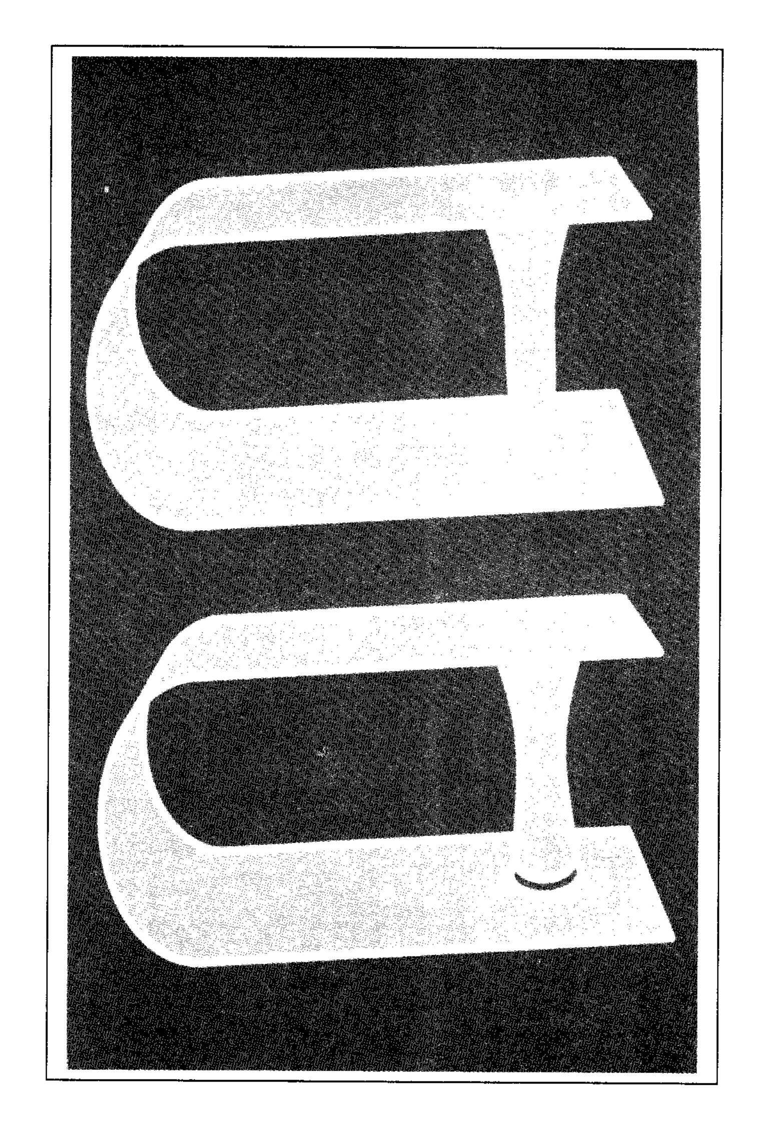


وبالتالى كيف يمكنك إجراء جراحة للفضاء ؟ لا أحد يعرف كيف يفعل ذلك لا فى المدى الزمنى المتسع أو على نطاق معرفى واسع. فكر فيما يعنيه أن "تقطع" الفضاء بالقرب من الأرض. وقبل أن "تلصقه" أو تقوم بلصقه مرة أخرى، فستكون معرضًا لخطر حافة الفضاء الخام، وكما رأينا فى الفصل الثانى فإن حواف الفضاء والتى سميت "منفردات ممكنة" ليست من قبيل الأشياء السارة، وإنما مؤشـــر جـــاد للأنباء السيئة. وهى الطريقة التى أنشأ بها شوارزتشيلد الشق الدودى، عند منفردة لها كثافة لا نهائية، ولكنها مدفونة فى داخل ثقب أسود. إن حافة مكشوفة من هـــذا

النوع تتطلب عمل شق دودى يمكن العبور منه سوف تكون منفرده مكشوفه. وإن كانت حافة من هذا النوع قد تحدث دمارًا شديدًا للطبيعة. وعلى أى حال، فبناء شق دودى بصنع منفردة زمكانية، هو أمر عنيف للغاية، نحن نحتاج لإنجاز العمل بشكل قابل السيطرة عليه.

هناك طريقة أخرى لتحقيق الغرض فى توظيف الفراغ الكمى أو ميكانيكا الكم المبنيَّة على مبدأ "اللا يقين" لهايزنبرج **Heisenberg**، الذى يتنبأ بأن كل الكميات الفيزيائية تتموج أو تتردد فى الفراغ عشوائيًا. وعلى المستوى الذرى، فإن خاصية مثل سرعة الطاقة لأى عنصر يمكن أن تكون لا يقينية بدرجة عالية. وكقاعدة عامة فكلما صغر المقياس كلما زاد عدم اليقين. وعند حد معيَّن من الصغر فإن لا يقينية الكم سوف تكون كبيرة بحيث تنتج جاذبية لها تأثير محسوس. ويمكننا أن نرى هذا باعتبار الطاقة داخله فى مفهومنا. وطبقًا لمبدأ هايزنبرج الخاص باللا يقين ستكون الطاقة غير يقينية بالنسبة لاستمرارية مختصرة أو موجزة، وبما يعنى أن قيمتها ستتغير بطريقة غير قابلة للتنبؤ. وهناك طريقة واحدة للتفكير فى هذا فى حدود مصطلحات "الاقتراض". مثلاً أى إليكترون يمكنه أن يقترض الطاقة من الطبيعة طالما سيردها مرة أخرى خلال فترة قصيرة. مبدأ اللا يقين أنه كلما كبر القرض كلما ازدادت فترة رده.

وبوضع ذلك فى شكل رقمى، فستجد أن استمرارية مختصرة مثل جزء من عشرة ملايين تريليون تريليون تريليون من الثانية والتى تعرف باسم "زمن بلانك" (نسبة إلى بلانك **Planck**)، تسمح بطاقة مُقترضه كتلتها سوف تحنى الزمكان وتغير من شكله تغييرًا جذريًّا وليس واضحًا بالضبط كيف هو جوهر المسألة، إلا أن جون هويلر **John Wheeler** قد رسم صورة سريعة لمتاهة (شبكة من الممرات) من الأنابيب والأنفاق التى أعلن عن تسميتها: "رغاوى الزمكان" وحجم هذا الشىء يقدر ببليون تريليون تريليون من السنتيمتر (الذى يعرف بطول بلانك) والذى هو بالغ الصغر وهو فى الواقع أصغر بدرجة تقدر بـ ١٠^٢٠ مرة عن نواة الذرة.



والآن، فإن الشق الدودى الكمى الذى أتحدث عنه ليس مُتضمنًا على الـدوام فى الفضاء لأنه يعيش فقط زمنًا مفترضًا. والطاقة المتطلبة لإحناء الفضاء إلى زبد أو رغاوى مُعقَّدة فهى أيضًا عبارة عن قرض طبقًا لمبدأ هايزنبرج عن اللا يقين. وعلى هذا فالشق الدودى لا يبقى. إنه يأتى ويذهب فى سرعة خاطفة.

ولكن ماذا عن مشكلتى "القطع" و "اللصق" اللتين سبقت الإشارة إليهما ؟ إن صعوبة المنفردات فى مجال الكم هى صعوبة مراوغة. والتغييرات فى الطبوغرافيا سوف تكون غارقة أو مغمورة بالزغب الناجم عن كل شيء. ومحاولة تحديد أين ينشق الفضاء مُنفتحًا هى بمثابة محاولة يائسة مثل محاولة تحديد موقع الإليكترون فى مدار ذرى. مثل هذه الأشياء غير قابلة للتحديد ولا يمكن معرفتها مسبقًا فى فيزياء الكم.

والفيزيائيون يرون أنه أمر واقعى أن نميز بين الشق الدودى الكمى المؤقت وبين الكبير منها والدائم. فالشق الدودى الواقعى هو الذى يوجد بشكل سريع الزوال كما يذهب مبدأ هايزنبرج عن اللا يقين. إلا أن ثورن قد اقترح أنه من المحتمل أن حضارة أكثر تقدمًا مما نحن عليه ربما تطور تقنية تصل إلى "رغاوى" الفضاء لاقتلاع شق دودى تقديرى، وتمديده إلى شق دائم وأكثر اتساعًا. وهذا يعنى التمكن من السيطرة على الطبيعة بمقياس يفوق إمكانياتنا الحالية وبدرجة تقدر بـ 10^{15} مرة مما نحن فيه.

لا أمل إذن فى الوصول المباشر لما نريده، ولو أنه ربما توجد طريقة غير مباشرة لفعل ذلك. هناك مشكلة واحدة للحصول على شق دودى تقديرى من رغاوى الزمكان، وهى أن هذه الرغاوى لا تمكث سوى بما يعادل زمن بلانك فقط قبل تلاشيها، ولإنشاء شق دودى يدوم فلا بد أن نُدخل أو نحقن طاقة كافية إلى داخل رغاوى الزمكان لتنقيتها من الدين (دين الطاقة) لحساب الشق الدودى وبذلك نحيله إلى شق دودى حقيقى وقد يبدو ذلك وهميًا أو خيالاً، ولكننا نفعل ذلك طول الوقت مع أجهزة إرسال الراديو. فكل مجال كهربى يمكن تخيُّله كسحابة من الفوتونات التقديرية التى تنطلق مسرعة حول كل جسيم مشحون مثل الإليكترون. فإذا غذينا المنظومة بالطاقة، قل مثل تسارع الإليكترون داخل سلك، فثمة بعض الفوتونات التقديرية تتحول إلى فوتونات حقيقية وتتدفق بعيدًا عن السلك فى شكل موجات.

وبشكل عرضى فإن مبدأ هايزنبرج للا يقين (الخاص بالطاقة والزمن) لـه توظيف مهم في طبيعة الفضاء الفارغ. أنه ليس ثمة شـىء مثـل الفـراغ التـام **Perfect vacuum**، لأنه حتى بعد إخلائه من كـل العناصـر الماديـة وكـل الفوتونات سوف تبقى بعض الفوتونات التقديرية وأشكال تقديرية أخرى مـن كـل الجسيمات الأخرى تتدافع فى وجود مؤقت، كما ستتخلل الفوتونات التقديرية الفضاء كله، وتملأه بنشاط كمى هائل من التخمُّر المضطرب أو الهائج. والذى قد يبدو فى البداية كفراغ كامل وهو فى الواقع أشبه بخلية النحل التى تحلق فيهـا الأشـباح، ويتناوب ظهورها واختفاؤها على نحو لا سبيل إلى التنبؤ به. وهذه ليست مجـرد نظرية لأن الفوتونات التقديرية تعلن عن نفسها بوسائل أو بطرق متعددة. فهى مثلاً تتصادم مع الإليكترونات فى مداراتها الذرية محدثة تغييرات صغيرة (ولكنها ممـا يمكن قياسه) فى مستويات الطاقة. وهى تنتج أيضًا ما يـسمى بتـأثير كـازيمير **Casimir Effect** والذى سأناقشه لاحقاً.

"التصادم" إذن هو أول مرحلة لإعطائنا الطاقة المتطلبة لرغاوى أو زغـب الزمكان. إنه يتعلق بمُعجِّل الأنوية الثقيلة من النوع المستخدم بمعهـد بروكهـافن **Brookhaven** الوطنى فى لونج أيلاند بنيويورك. هذه الماكينة مصممة لتزويـد أنوية الذرات مثل ذرَّات الذهب واليورانيوم بطاقات هائلة ثم تجعلها تتصادم مـع بعضها البعض. وهذه الأنوية محبوسة بواسطة مجال مغناطيـسى داخـل حـدود لأنبوب مفرغ حلقى الشكل حيث يتم تسريعها بواسطة نبضات كهربية سبق ترتيبها بحيث إن حزمًا من الأشعة متضادة الاتجاهات تلتقى فى اتصال عـالى الـسرعة. وهذه "المتصادمات" مصممة بحيث تكون فى غاية العنف حتى أنها باختصار تعيد إنشاء الظروف التى ظهرت فى الكون خلال ميكروثانية واحدة عقـب الانفجـار الكبير، حيث كانت الحرارة لافحة وتصل إلى عشرة تريليونات درجة.

وعندما تضرب الأنوية بعضها البعض بقوة خلال التصادم فإن بروتوناتهـا ونيترو ناتها الدائمة تنسحق، منشئة فقاعات من شظايا طاقة تعرف باسـم بلازمـا القواركات والجلونات **quark- gluon plasma** (أحياناً ما يستخدم تعبير درامى فى هذا الشأن: إذابة الفراغات الكمية).

وكتأثير لكل ذلك فإن محتويات أنوية من قواركات وجلونات تنفرط وتنطحن مكونة فقاعة غير منتظمة الشكل. وبمجرد إنشاء فقاعة بلازما القواركات والجلونات، تكون المرحلة التالية متمثلة في إمرارها في "المفجر الداخلى".

المفجر الداخلى (الذى يثير التفجير فى داخله)

ولو أنه بالمقاييس البشرية يعتبر ما يعرف بـ بلازما القواركات والجلونات من الأشياء عالية الطاقة جدًا، فإنه لا يزال بعيدًا جدًا عن متطلباتنا الحالية. ذلك أن درجة الحرارة الهائلة التى تبلغ عشرة تريليونات درجة فى داخل الفقاعة تصل بمقدار ١٠ مرفوعة إلى أس ١٩ عن الحرارة التى يمكن أن تؤثر على رغاوى الفضاء. وسنحتاج لضغط الفقاعة إلى درجة بليون بليون مرة لرفع درجة الحرارة لقيم بلانك. ومن المدهش أن مجموع الطاقة اللازمة لتحقيق ذلك تعتبر متواضعة جدًا إذ إنها تكافئ (حوالى ١٠ بليون جول) أى ما تنتجه محطة توليد كهرباء فى عدة ثوان قليلة. ومثل هذه الطاقة ليست معاملاً مُقيِّدًا لهذه الخطوة ولكن التحدى الحقيقى هو كيف تركز هذه الطاقة الكبيرة فى مجرد شىء صغير.

ليس واضحًا كيف يمكن أن نفعل ذلك، إلا أن انفجارًا مغناطيسيًا ضاغطًا يمكن أن يطرح لنا وسيلة أو طريق إلى ذلك. هذا لأن المجالات المغناطيسية تستخدم بنجاح فى حبس البلازما منخفضة الطاقة المألوفة كالغازات المتأينة مثلاً. وكان العلماء فى بواكير خمسينيات القرن الماضى قد بدأو فى تجريب هذه التقنية التى تعرف بقرصة Z (**Z-Pinch**) كجزء من برنامج تفجير أو انصهار نووى يمكن السيطرة عليه وذلك بتمرير تيّار كهربائى مكثف عبر غاز الهيدروجين الثقيل "**deuterium**" فى غرفة ما فيتم تأيينه بسرعة ويقوم المجال المغناطيسى للتيّار بتقوية البلازما المنتجة وبعنف بالغ ويرفع درجة حرارتها بمقدار ملايين الدرجات وتعد أنقى قرصات فى الوقت الحالى هى تلك المستخدمة فى المعامل الوطنية فى سانديا بنيوميكسيكو **Sandia National Laboratories** حيث يتم تركيز النبضات الكهربية البالغة ٥٠ تريليون وات صادرة عن مكثفات مشحونة، فى سلوك رفيعة للغاية من التنجستين **tungsten** (السلوك المستخدمة داخل المصابيح الكهربية).

وهكذا فإن الضغط الذى يتطلبه الوصول لدرجة حـرارة بلانـك يتطلـب قرصات تزيد بكثير جدًا عن تلك المستخدمة فى المعامل "معامل نيوميكسكو". ومن هنا فإن مجموعة من القنابل النووية الحرارية يتم إعدادها فـى نمـوذج كـروى متركزة على الهدف، ربما يمكنها من تركيز حقل جاذبية كـاف لتفجيـر فقاعـة الكواركات والجلونات. وأكرر هنا بأن الطاقة المتطلبة ليست كبيرة، وإنما يكـون المهم توجيهها بدقة إلى الفقاعة المستهدفة بدلاً من قذفها إلى ما يحـيط الفقاعـة. وبافتراض إمكان حل مشكلة التركيز هذه. فإن جملة التأثير الناتج سوف تنشئ كرة رفيعة تقدر كثافتها بحوالى تريليون تريليون تريليون تريليون تريليـون تريليـون تريليون تريليون كيلوجرام فى كل متر مكعب أى أكثر بحوالى $١٠^{٨٠}$ مـرة مـن كثافة مادة النواه الذرية. وهذا كاف ليكون صنوا للطاقة الواسعة التى يـسمح بهـا طول بلانك: وهو جزء من بليون تريليون تريليون من السنتيمتر. ويساوى المسافة التى يقطعها الضوء فى زمن بلانك. ومن الجميل أن النتيجة سوف تشكل إما ثقبًـا أسود لمدة دقيقة أو شقًا دوديًا سيصبح بذرة تنمو فيها آلة زمن.

لكى تنجز هذا الانضغاط فثمة مشاكل حقيقية فيزيائية يلزم الإشـارة إليهـا بالتوازى مع التحديات الهندسية. نظرية الحقول الكمية ترى أنه إذا ما أصبح حقلاً جاذبيًا فى حالة من القوة البالغة فربما يبدأ فى إنشاء عناصر تحت ذرية، ومن ثـم يبدد نفسه أو يتلاشى. وأيضًا فإن الضغط المغناطيسى يعرف بعدم استقراره. ومثل هذه الصعوبات يمكنها أن تطوّق أو تراوغ الوضع باستخدامها طراز آخـر مـن الحقول مثل تلك المعروفة باسم "حقل هيجز" **Higgs field** الذى لجأ إليه فيزيائيو العناصر كثيرًا.

وكبديل يمكن توظيف معجل ليقوم بدور المفجر الداخلى. ومن خلال تقنيـة كهرومغناطيسية تقليدية، فإن طاقة بلانك يمكن الحصول عليها عبر بنـاء معجـل كبير فى مثل حجم المجموعة الشمسية، ولكن تقنية المسرعات الذرّية ربما تنـشئ درجات عالية من الطاقة من خلال آلات مدمجة صغيرة الحجم. وأيضًا فإن بعض

النظريات تقترح أن تغييرات كبيرة للمكان والزمان يمكن أن تُظهر نفسها عند مستويات للطاقة أقل من طاقة بلانك، بل وربما تكمن فيما يُمكن بلوغه من تقنيات فى المدى المرئى. وإذا أمكن إنتاج الطاقة (بصنع اليد) عند مستويات متواضعة، فإن الشقوق الدودية يمكن أن تنشأ دون حاجة لمثل هذا الانضغاط الهائل أو التسريع المتزايد.

بمجرد إنتاج شق دودى، ولو حتى صغير جدًا، فإن الخطوة التالية هى تضخيمه إلى أبعاد يمكن التحكم فيها والسيطرة عليها والتعامل معها.

المضخّم The inflator:

طالما أن شقًا دوديًا له "حجم" بلانك لا طائل ورائه، فثمة بعض الطرق لمحاولة تكبيره بعنف. فكما رأينا أن العنصر الحافظ والحاسم فى استقرار توازن واستقرار شق دودى يسمح بالمرور خلاله هو نوع غريب أو دخيل من مادة ذات خواص مضادة للجاذبية، وفى الخطوة التالية يتم تغذية الشق الدودى الناشئ أو الوليد ذى الحجم الميكروسكوبى بهذه المادة. حيث تقوم جاذبيتها المضادة بدفع حلقوم الشق الدودى إلى خارجه مُضخمة حجمه فى ذات الوقت – هذه الطريقة تستخدم بنكا لليزر عالى القوة مع نظام من المرايا متعاقب بسرعة عالية.

وقبل كتابة مزيد من السطور عن "المضخم" فسأحتاج لشرح القليل عن الجاذبية المضادة ففى الفصل الثانى ناقشت كيف يمكن إنتاجها عبر الطاقة السلبية. إذن كيف تنشئ هذه الطاقة السلبية ؟ لقد اكتشف الفيزيائى الهولندى هندريك كازيمير **Hendrik Casimir** عام ١٩٤٨ طريقة تتسم بالبساطة البالغة: وهذا ما سوف نفعله. خذ فرخين معينين وضعهما بالقرب من بعضهما البعض ووجهًا لوجه. وثبّتهما بحيث لا يتحركان، ثم ضع هذه المنظومة داخل صندوق معدنى غليظ القوام مستبعدًا منه أية مواد (بما فيها الغازات والشحنات الكهربية، والعناصر المحايدة) ثم برِّد الصندوق بما فيه حتى الصفر المطلق (– ٢٧٣ درجة سنتيجر). عندئذ ستكون الشريحة الفارغة بين الفرخين محتويه على "الطاقة السلبية".

أثر – كازيمير ذاك هو ظاهرة تعرف بـــ "الفراغ الكمى" وبشكل مباشر فأنا لن أضعها كمثال على مادة غريبة لأنها تشير إلى حالة من الفضاء الخالى. إلا أن هذا يمثل مراوغة لفظية: التمييز بين الحقول المضطربة أو المهتاجة من المـــادة، وبين الفراغ هو نوع من الضبابية غير الواضحة فى الفيزياء الكمية.

وهذا هو سبب ظهور التأثير الكازيميرى الخاص بالطاقة السلبية، لأنه مـــن الواضح أن المنطقة الفارغة بين الفرخين ليست "فراغًا" بالكامل وإنما هى مسكونة بكتلة مضطربة من الفوتونات التقديرية. ومثل أقرانها من الفوتونات الحقيقية، فإن التقديرية تلك ترتد من الألواح المعدنية، وبانحصارها بين الفرخين المعدنيين فهـــى ليست حرة فى التحرك إلى أى اتجاه، وهذا الحصر أو التقييد سوف يـــؤثر علـــى الفوتونات المتنوعة التى ستسكن ما بين الفرخين، بالمقارنة مـــع الفـــضاء خـــارج الفرخين. ومن حيث التأثير فإن إمكانية وجود بعض أنواع الفوتونات التقديرية يتم استبعاده بوجود الفرخين ذاتهما. وكنتيجة فإن إجمالى الطاقة المستعارة (من خلال مبدأ هايزنبرج فى اللا يقين) داخل المنطقة بين الفرخين ستكون أقل قليلاً عما لـــو كانت هذه الطاقة قد وجدت بدون الفرخين.

وإذا ما وافقنا على أن هذا الفـــضاء الـــذى يبـــدو خاليًـــا يحتـــوى علـــى طاقة تساوى صفرًا فى غيـــاب الأفرخ المعدنية، فـــإن المنطقـــة بـــين الفـــرخين لا بد من احتوائها على طاقة سلبية. وهذه الطاقـــة الـــسلبية تعلـــن عـــن نفـــسها من خلال ما تنتجه من قوة قليلة الشأن من الجذب بين الفرخين.



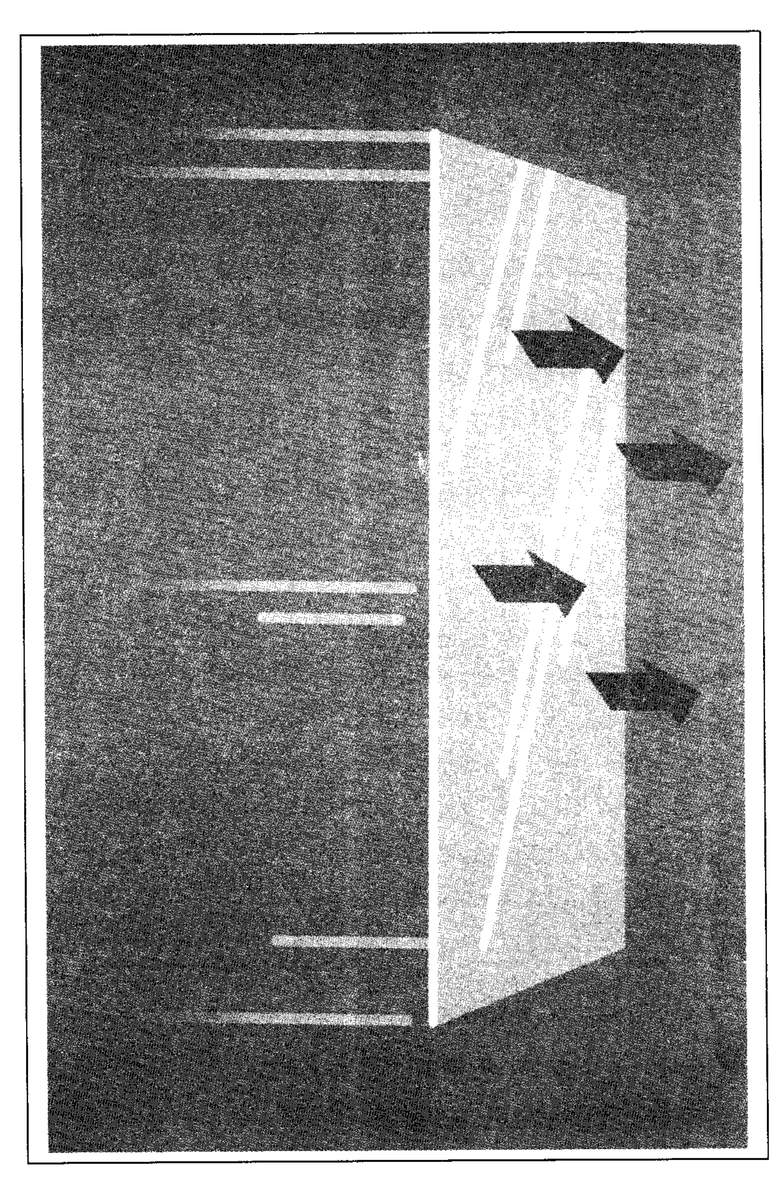
Hendrik Casimir هندريك كازيمير

هل يمكن أن يحدث ذلك ؟

نعـــم، تمّ عمل ذلك. هذه القـــوة التـــى قـــال بهـــا كـــازيمير تـــمّ قياســـها معمليًا عام ١٩٥٨، كما كانـــت محـــلاً لدراســـات عديـــدة منـــذ ذلـــك الوقـــت. وخلال هذه التجارب لم يحاول أحد اســـتبعاد كـــل العناصـــر الأخـــرى (الأكبـــر والأكثر إيجابية) التى قد تجتاح المنظومـــة طالمـــا أن الغـــرض مـــن التجربـــة هو مجرد اختبار تنبؤ كازيمير ولـــيس إنـــشاء نطـــاق للطاقـــة الـــسلبية بـــشكل فعلى. وأكّدت التجارب صحة النظريـــة، قـــوة الجـــذب بـــين لـــوحين معـــدنيين عاكسين جيدًا مساحة كل منهمـــا متـــر مربـــع تقـــدر بمـــا يعـــادل وزن جـــزء مليونى من الجرام. والجذب يشتد كلما تقـــارب اللوحـــان. أمـــا بالنـــسبة لأفـــرخ معدنية حقيقية غير تامة التسطح فإن الأثـــر يـــصيبه التعقيـــد لأســـباب أخـــرى قبل أن يصبح الأثر الكازيميرى أضخم. ولكن هذا لـــم يمنـــع خيـــال المنظـــرين من "اللعب" بالأفكار مستخدمين أثر كازيمير، وتـــأثيرات الـــــ "الخـــلاء الكمـــى" الأخرى، كأساس كنظام دفع أو تسيير سفينة فضاء.

وسائل أخرى لصنع طاقة سلبية

تأثير كازيمير ذاك هو الأكثـــر شـــهرة والأســـهل لإنتـــاج طاقـــة ســـلبية عبر إحداث اضطراب فى "فراغ" كمـــى. لكـــن مثـــل هـــذه الطاقـــة الفراغيـــة الكمية السلبية يمكن إنتاجها أيضًا من ســـطح واحـــد عـــاكس (لمـــرآة مـــثلاً) إذا ما تم تحريك هذا الـــسطح العـــاكس بقـــوة. ومـــع أواســـط ســـبعينيات القـــرن الماضى دَرست موضوع "المـــرآة المتحركـــة" هـــذا وتأثيرهـــا ذاك وبتفـــصيل طويل مع زميلـــى ومـــساعدى ســـتيفن فـــولنج **Stephen Fulling** وحـــضّرنا الدراسة فى نموذج له بعد واحـــد، ولكـــن تماثلـــت النتـــائج فيمـــا لـــو أعطينـــاه أبعادًا ثلاثية. لقد وجدنا أنه إذا حركنا مرآة بشكل متزايـــد التـــسارع، فـــإن دفقًـــا من الطاقة السلبية يبرز من سطح المرآة ويندفع بها إلـــى الفـــراغ المقابـــل لهـــا. ولكن لسوء الحظ فإن إجمالى الناتج من الطاقـــة الـــسلبية كـــان أصـــغر بكثيـــر مما يتطلبه إنتاج طاقة سالبة عمليًا.



طاقة فراغية كمية سلبية يمكن إنتاجها من سطح واحد عاكس (مرآة مثلاً) إذا تم تحريكه بقوة .

ربما يكون المولّد الواعد للطاقة السلبية يكمن فى الليزر الذى يعتبر مصدرًا عاليًا للطاقة باعتباره – ضوءًا نقيًا جدًا ومتماسكًا. وفى الحالة النموذجية تمر حزمة الضوء الليزرى عبر كريستالة من الليثيوم (فلز فضى البياض) والنيوبيوم (فلز آخر) **lithium niobate** تأخذ شكلاً أسطوانيًا محاطًا بنهايات فضية لتعكس الضوء، وهكذا تشكل نوعًا من التحريف البصرى المضخم. وهذه الكريستالة لها تأثير إنتاج حزمة ضوء ثانوية ذات تردد أكثر انخفاضًا بحيث يعاد تشكيل نموذج الفوتونات فى حالة زوجية (اثنان اثنان) وهو ما يعرف فنيًا بـ: "عصر الضوء" **squeezing the light**. ومن وجهة نظر مصطلح الطاقة فإن الضوء المعصور الناتج يحتوى على نبضات من الطاقة السلبية تتناثر هنا وهناك مع الطاقة الإيجابية.

هذا والكريستال ليس هو الطريقة الوحيدة لعصر الضوء. لأنك لو استطعت إنتاج نبضات ضوء محتويه تحديدًا على: واحد أو اثنين أو ثلاثة... من الفوتونات لكل واحدة، فإنه يمكنها توحيدها بطريقة تنشئ حالات من العصر، وبوضع هذه الحالات فوق بعضها البعض فإنها تطفح بكميات مكثفة من الطاقة السلبية. وهذا ممكن من الناحية النظرية.

العقبة الرئيسية فى استخدام الليزر تتمثل فى قصر مدة استمرار الطاقة السلبية تلك. فهى من الناحية النموذجية لا تستمر الواحدة منها سوى 10^{-15} من الثانية قبل أن تعقبها بنبضة طاقة إيجابية تستمر نفس المدة. وهناك بعض الطرق لفصل الطاقة السلبية عن الطاقة الموجودة فى حزمة ضوء ليزرى. ويستخدم المضخِّم الذى أقترحه مجموعة من المرايا التى تدور بسرعة بحيث يسقط الضوء على سطوحها بزاوية ضئيلة، وسوف يضمن دوران المرايا انعكاس حزم الطاقة السلبية بزوايا مختلفة قليلاً عن حزم الطاقة الإيجابية. وبعيدًا عن المرايا سوف يكون هناك فصلاً قليلاً بين الطاقة الإيجابية والطاقة السلبية من بين محتوى الحزمة، ومن خلال مزيد من الأنظمة الخاصة بالانعكاس فإنها سوف تسمح بتوجيه الطاقة السلبية إلى الشق الدودى.

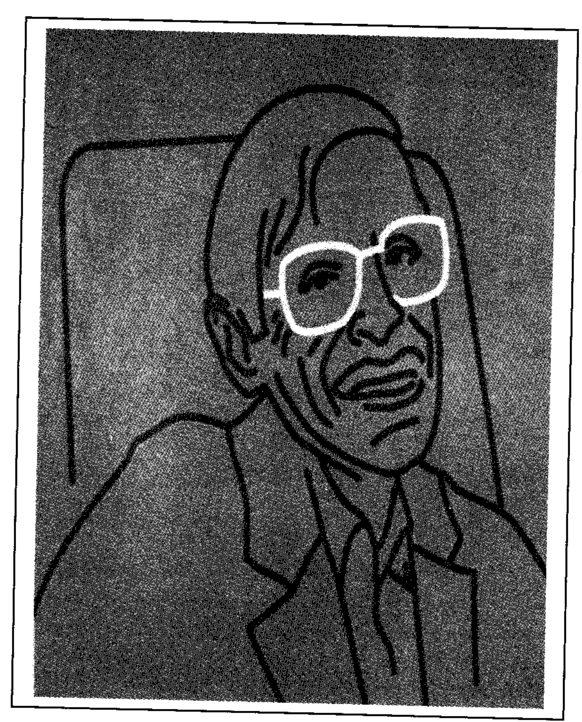
ومع تقنية الليزر الحالية، تبدو الأرقام مخيبة للآمال. حتى مع إمكان ترجيه الطاقة السلبية إلى الشق الدودى بطريقة تبقى على طول أمده، وتتيح بقاءهـا فـى حلقوم الشق الدودى، فإن الأمر سيتطلب إلى طول متسع من الوقت لتهيئة إنـشاء شق دودى ميكرسكوبى الطابع. ولقد قدَّر الفيزيائى مات فيسر **Matt Visser** أن شقًا دوديًا قياسه متر واحد سوف يحتاج لطاقة سلبية تعادل كتلة كوكب "المشترى". ومع فصل تام بين الطاقة الإيجابية والسلبية من بليون تيـراوات **terawatt** مـن الليزرات تجرى خارج مسطحه ومستمرة فسوف يحتاج هذا إلى زمن يماثل عمـر الكون لإنشاء مثل هذه الكمية المطلوبة من الطاقة السلبية.

مزايا أخرى للمضخم

هذا وتُحْدِث أيضًا طاقة فراغية، كمية سـلبية كنتيجـة ثانويـة لمجـالات معينة من الجاذبية. وكمثال بسيط لهـذا هنـاك مجـال جاذبيـة الأرض، الـذى ينتج حولها سحابة من الطاقة السلبية عبر سـحب بعـض الفوتونـات التقديريـة إلى أسفل وفى حالة الأرض فإن التـأثير يكـون صـغيرًا جـدًا. ولكـن طالمـا ينشأ حقل جاذبى فإن سحابة الطاقة السلبية تنمو وتـزداد قـوة. وبـالقرب مـن سطح ثقب أسود فإن السحابة تكون هائلة. لأنه ليس ثمـة سـطح مـادى للثقـب وإنما فقط فضاء فارغ، وهذه الطاقة الـسلبية تتـدفق داخـل الثقـب فـى تيـار مستقر، وكتأثير لهذا فإن الثقب الأسود يُخلى الفراغ الكمى.

وسوف يمتص ثقب أسود ذو كتلـة شمـسية وبإشـعاع راديـوى بطـول ٣ كيلومترات الطاقة السلبية بمعدل بليـون بليـون بليـون جـول فـى الثانيـة الواحدة. ولا يزال هذا ضعيفًا على نحو ما. ولكن كلمـا صـغر الثقـب الأسـود كلما كانت الجاذبية أشد عند سـطحه، وازدادت كثافـة سـحابة الطاقـة الـسلبية حوله. إن ثقبًا أسود بحجم ذرة نووية (وكتلة جبل) سـوف يبتلـع طاقـة سـلبية بمعدل بليون جول (وحدة طاقة) فى الثانية، ومُنـشئًا نقـصًا فـى الطاقـة يقـدّر بمليون كيلووات.

وفـــى عـــام ١٩٧٤ بحـــث ســـتيفن هـــوكنج **Stephen Howking** مسألة وجود الطاقة السلبية بالقرب من الثقـــوب الـــسوداء. وقـــد تنبـــأ هـــوكنج بأن الثقب الأســـود ســـوف يتـــوهج بـــشكل خـــابٍ أو خافـــت بفعـــل الإشـــعاع الحرارى والطاقة المشعة التى تأتيه من أى مكـــان، طالمـــا أن لا شـــىء (حتـــى الطاقة) يمكن أن يخرج من ثقب أسود، فإن هذا يبـــدو التفـــسير الأوحـــد لتـــدفق الطاقة السلبية إلى داخل الثقب. وفى العـــام التـــالى أكّـــدنا أنـــا ووبليـــام آنـــروه **William Unruh** وستيفن فـــوللنج **Stephen Fulling** هـــذا التنبـــؤ الـــذى قال به هوكنج، وذلك عبر حساب مقدار الطاقـــة قريبًـــا مـــن ثقـــب أســـود مـــن خلال نموذج رياضى مبسط ثنائى الأبعـــاد. لقـــد وجـــدنا بـــالطبع تـــدفق طاقـــة سلبية إلى الثقب بمعدل يكافئ الإشعاع الحرارى الخارج منه.



ستيفن هوكنج **Stephen Howking**

إن وضع آلتنا الزمنية بالقرب من سطح الثقب الأسود لكي تغمرها الطاقة السلبية يعد من قبيل الصعوبة العملية، ولكن الوجود الحقيقي للطاقة الكمية السلبية المتولدة عن مجال الجاذبية هى من الأشياء المعروفة جيدًا. وطالما أن الشق الدودى نفسه ستكون لديه مجالات جاذبية قوية. فلربما يُولِّد الطاقة السلبية المتطلبة من خلال الخلاء الكمي الذى يناسبه. لا أحد يعرف أن كان هذا ممكنًا من عدمه. وإذا كان ممكنًا، فربما يتسبب الشق الدودى فى عملية التضخيم مع مادة قليلة مجلوبة من داخله. ويمكن استخدام نظامًا من الليزر لبداية العملية، مشكلاً هندسة الشق الدودى المايكروسكوبى فى الهيئة المناسبة وبعد ذلك تقوم الطبيعة بعملها، مقدمة لنا شقًا دوديًا كبيرًا بدون مجهود من جانبنا. وسوف يبدو الشق الدودى كشىء غير واضح فى رغاوى الزمكان، هكذا وكما لو قلت أن هناك "وجبة مجانية". وإذا كان هذا مما يدهشك، تذكر أن الطاقة السلبية لها أيضًا كتلة سلبية، ومن ثم فإن كامل كتلة الشق الدودى سوف تكون قريبة من الصفر. وبكلمات أخرى فلربما تصبح التكلفة التى قد نتكبدها من أجل الطاقة السلبية قليلة بل ربما لا نحتاج مالاً يغطى المسألة كلها من أجل إنتاج شق دودى؛ لأن الأجزاء المشتملة على طاقة سلبية هى التى ستدفع تكلفة الطاقة الإيجابية فى الأجزاء المحتوية عليها، فقط من خلال توجيه جيد يقوم به مهندسو مصنع "المضخم".

المتطلب المبدئى فى عمل آلة زمن مفيدة، هو الإبقاء على حلقوم الشق الدودى مفتوحًا. ولكن استخدام الشق الدودى كوسيلة انتقال مجدية يتطلب أن تعتبره ليس مجرد بوابة للانزلاق إلى أية أزمنة أو أمكنة أخرى. ولكن المرء عليه أن يُعتصر عبرها ويخرج من هذا "العصر" مبتسمًا وفى حالة جيدة. وبدلاً من هذا العصر الذى يمكن أن يجعله أشبه بالمكرونة الإسباجتى أو لتجنب هذا الأمر، فإننا نحتاج لأن تكون حقول الجاذبية للشق الدودى رقيقة. وأيضًا أن تكون مدة استمرارية الرحلة معقولة. لأن الرحلة إلى الماضى التى قد تستغرق من المسافر مائة عام لإتمامها لن تكون بالأمر المغرى جدًا لأن تقوم به، ولذا فإن الشقوق الدودية الطويلة تصبح غير مجدية.

هذان القيدان الإضافيان يضعان حدودًا للمادة المجلوبة للشق الدودى. الخبراء يتجادلون وربما يتخاصمون حول مدى غرابة المادة المجلوبة المقصودة، وعما إذا كانت محدودة أو ضيقة لتتاسب منطقة عميقة فى الحلقوم الخاص بالشق الدودى أم تسمح باستبعادها من خلال مجموعة الأفواه، وإلى أى مدى يكون ضيقها أو محدوديتها، وعما إذا كان الإشعاع الخارج من أحد الأفواه يمكن أن يدخل فمًا آخرًا ويظل يدور حول نفسه بلا نهاية، ومحتاجًا بالتالى لمجموعة تقنيات أخرى.

المُفَرِّق :

لإحالة الشق الدودى إلى آلة زمن عليك أن تُثَبِّت فارقًا زمنيًا بين نهايتيه. وأبسط تقنية لذلك تتمثل فى استخدام تمدد الزمن العادى – أو تأثير التوءم. ولكى تفعل ذلك فلا بد أن تشحذ الشق الدودى بشحنة كهربائية (مثلاً بإطلاق الإليكترونات إلى داخله) حينما يكون لا يزال صغيرًا. قل مثلاً فى حجم عنصر تحت ذرى. أحد أفواه الشق الدودى سوف يكون قد تغذى بواسطة معجّل عادى إلى ما يقترب من سرعة الضوء، بينما الآخر لا يزال مستقرًا بلا حراك. وهذا من شأنه أن يحدث أنساقًا زمنية متباينة بين فوهتى الشق الدودى. الآن دع هذه العملية تستغرق مدة ولتكن عشر سنوات، فى خلالها تصبح الفوهة المتحركة فى حالة راحة وتسمح حالتها بالاقتراب من الفوهة الأخرى. والشق الدودى الآن يمكنه أن يرسل عناصر من المادة إلى الماضى خلال مدة العشر سنوات. وفى الخطوة النهائية للعملية، يُعاد الشق الدودى لمصنع "المُفَرِّق" ليتم مطه أو تمديده بحيث يتسع لعبور كائن بشرى ولنقل عشرة أمتار بقياساتنا. بينما يظل طول الشق الدودى قصيرًا بقدر الإمكان.

وثمة وسيلة أخرى لتحويل الشق الدودى إلى آلة زمن، وتتلخص فى استخدام مجال الجاذبية لنجم نيترونى بدلاً من استخدام المعجل كـ "مُفرِّق". وهى تعمل على النحو التالى تخيل شقًا دوديًا قصيرًا فعلاً، دعنا نقول طوله فى حدود عشرة أمتار، ثم اسحب إحدى فوهاته – ولنسميها

الفوهة (أ) – إلى أقرب منطقة مجاورة لنجم نيتروني يبعد عدة سنوات ضوئية، ودع الفوهة الأخرى (ب) مستقرة فى النظام الشمسى. اتركها كذلك إلى أن تصل جاذبية النجم النيتروني بالفرق الزمنى إلى الكمية المطلوبة، ثم اسحب (أ) إلى النظام الشمسى وضعها بجوار (ب). وهنا ستكون آلة الزمن جاهزة للاستخدام.

ولكى ترى كيف يعمل هذا الإجراء، تخيل منبّهين متماثلين كل منهما موضوع عند فوهتى الشق الدودى. جاذبية النجم النيتروني سوف تمدد الوقت عند الفوهة (أ) بحيث إن الوقت فى هذا المنبه سيجرى ببطء. ماذا عن المنبه عند الفوهة (ب)؛ لأنه يبعد عن النجم عدة سنوات ضوئية فمعدله لن يتأثر بجاذبية النجم، وبالتالى سيظل يتكتك بمعدله المعتاد أي بشكل أسرع ممّا عليه المنبه الآخر (أ). ولكن ثمة خدعة يمكن أن نمسك بها هنا. افترض أننا ننظر عبر الفوهة (أ) فى الشق الدودى والمتموضع بالقرب من النجم، سوف نرى المنبه (ب) يبعد عنا مجرد أمتار قليلة. وهكذا من خلال أحد الطرق يبدو المنبه (ب) وكأنه بعيد جدًا عن النجم النيتروني، وبطريق آخر يبدو قريبًا جدًا. وبالتالى يجب أن يكون هناك فرقًا قليلاً بين معدلات المنبهات (أ)، (ب). إذن من منهما هو الصحيح ؟ الجواب هو الوقت فى كليهما، بعد كل شيء، يكون نسبيًا، والموقف هنا هو بالنظر من خلال الشق الدودى يكون الموقف متماثل فى النهايتين، ولكن بالنظر من خلال الفضاء الخارجى هناك فرق حقيقى بين (أ) و (ب) حيث يكون الأخير متقدمًا أو سابقًا للأول.. وإذا أنت قفزت الآن عبر الشق الدودى من (أ) إلى (ب) سوف تكون قفزت إلى الوراء عشر سنوات إلى الماضى. وبالعودة إلى (أ) عبر الفضاء العادى تكون قد عدت إلى النقطة التى بدأت بها قبل أن تغادرها. وهكذا مرة أخرى بقيامك بقفزة مغلقة فى الفضاء فأنت تنفذ قفزة مغلقة فى الزمن. آلة الزمن هذه لها طريقتين، وإذا ذهبت عبر الشق الدودى فى اتجاه آخر من (ب) إلى (أ) يمكنك القفز عشر سنوات إلى المسقبل.

يختلف زمن الشق الدودى من وجهة النظر التى قدمها هـ. ج. ويلز **H. G. Wells** عن ذلك من ناحيتين حاسمتين أو محرجتين. ففى روايته "آلة الزمن" قام المسافر الجسور بتحريك رافعة وإثر ذلك تحركت الآلة إلى الأمام فى الكون مثل لاعب فى الفيديو يقوم بتسريع الصور فى "الفيلم" الكونى بما يتناسب مع زمنه العقلى. وعند وصوله إلى حيث يريد فهو فقط يضغط على زر ليجد أنه يسافر إلى الخلف فى الزمن بوسيلة إعادة فيلم الزمن بشكل سريع. وآلة الزمن هناك تشارك المسافر فى رحلته الانتقالية المؤقتة ذاهبة إلى الوراء أو إلى الأمام وفقًا لزمن المسافر فى كلتا الحالتين. وهذا يختلف تمامًا عن وقت آلة زمن الشق الدودى التى لا تتحرك عبر الزمن، وإنما الذى يتحرك فقط هو جزء من هندسة أو معمار الكون.



هربرت ج. ويلز **H. G. Wells**

وثانيًا فمسافر الزمن فى روايته لا يذهب إلـــى أى مكـــان فـــى الفــضاء. ولكن فكرة اللحظات تكشف غموض والتباس هذا الترتيـــب، لأنـــه فـــى الوقـــت على امتداد عمر المسافر فلا بـــد لـــلأرض أن تكـــون تحركـــت عـــدة ســـنوات ضوئية عديدة عبر المجرة، وأن تكون المجرة ذاتها قـــد تحركـــت متناســـبة مـــع الأخريات. وطالما أنه ليس هنـــاك إطـــار مطلـــق لإمكـــان توقـــف أى منهمـــا لقياس هذه السنوات، فـــإن الأنحـــاء المحيطـــة زمنيًـــا لآلـــة الـــزمن فـــى هـــذا التمرين المؤقت تكون غير محددة بالكامل. إذن فالوقت فـــى آلـــة زمـــن الـــشق الدودى يتصرف على نحو آخر مختلف عن ذلـــك. فبـــدلاً مـــن إغـــواء الـــزمن بالجريان للخلف فإن المسافر فى الـــزمن ســـيهبط فـــى رحلتـــه عبـــر الفـــضاء منتهيًا إلى الماضى.



الفصل الرابع

كيف لكل ذلك أن يسفر عن معنى معقول

"ماضى الزمن وحاضره ربما يظهران
فى زمـــن المـــستقبل والـــزمن فـــى
المستقبل يحتويه الزمن الذى مضى"

ت. إس. إليوت T. S. Eliot



طالما أن أحدًا لم يقدم لنا جدلية مفحمة عن استحالة آلة الزمن، ومهما كانت الصعوبات العملية لصنع آلة زمن محبطة، فإن تبعات السفر إلى الخلف فى الزمن تحتاج لمواجهتها.

وكُتَّاب الخيال العلمى معتادون على الغريب وغيرالمألوف وحتى المتناقض، فيما يتعلق بالتبعات التى يمكن أن تنتج إذا كان البشر قابلين لزيارة الماضى. فإن طريقى الارتحال فى الزمن يمكن أن يندمجا فى العلم الحقيقى.

كيف يمكن تجنب "سُيّاح" الزمن ؟

من الاعتراضات الرائجة جدًا إزاء السفر إلى الخلف فى الزمن، هى أننا لم نواجه بعد أى شخص من المستقبل. إذا كان من الممكن زيارة الماضى، فربما نتوقع أن خلفاءنا، ربما بعد آلاف السنوات من الآن، سوف يكونون قد بنوا آلة زمن رحلوا بها للوراء إلينا لملاحظة أحوالنا، أو على الأقل ليذكروا لنا شيئًا عن أحوالهم. وستكون الأحداث التاريخية مثل عملية صلب المسيح مزدحمة بحشود المشاهدين المتحمسين دع عنك تقارير عن الأشباح والأطباق الطائرة وأشباه ذلك. لا ريب أن عدم وجود "سُيّاح الزمن" يمثل مشكلة بالنسبة للمتحمسين للارتحال فى الزمن.

من حسن الحظ أن ذلك الاعتراض يمكن تلافيه بواسطة آلات زمن الشق الدودى. وعلى الرغم من عدم إمكانية استخدام الشق الدودى فى السفر فى الزمن إلى الوراء أو إلى الأمام، فليس ممكنًا أن تستخدم واحدة منها قبل صناعتها أو إنشائها. وإذا بنينا واحدة الآن وأثبتناها، ولو على سبيل القول، فإن ثمة مائة سنة من الزمن تفرق بين النهايتين، وهكذا فإن المرء عبر مائة سنة يمكنه إعادة زيارة عام ٢٠٠١، ولكنك لن تستطيع أن تستخدم الشق الدودى لرؤية الديناصورات. فقط لو كانت الشقوق الدودية موجودة فى الطبيعة، أو أنها قد صنعت بمعرفة كائن فضائى من حضارة فضائية – هل نستطيع زيارة عصور سابقة على الحاضر ؟ وهكذا فلو أن أول آلة زمن شق دودى قد أقيمت عام ٣٠٠٠، فلن يكون هناك وجود لسيّاح الزمن للعام ٢٠٠٠.

متناقضة الزمن: تغيير الماضى:

ربما تكون أشهر متناقضات الارتحال فى الزمن هى لو أن أحدهم سافر إلى الماضى وقتل واحدًا من أسلافه (أمه على سبيل المثال) والمشكلة هنا واضحة. فلو أن الأم قد قُتلت قبل أن تلد الطفل فلن يكون للمسافر أى وجود على الإطلاق. وفى هذه الحالة لن يكون قابلاً حتى لارتكاب الجريمة. وهكذا فإن المرأة (الأم) لو بقيت حية، فإنها ستموت، وإذا ماتت ستبقى حيّة ! إذن أى من الطريقين سيؤدى إلى نتيجة متناقضة وبلا معنى.

ربما تكون قصص الخيال العلمى عن الارتحال فى الزمن قد جاءت بما يناهض هذه المشكلة الشائكة والواضحة. ففى فيلم: "العودة إلى المستقبل" **Back to the Future** لم يحاول مسافر الزمن مارتى ماكفلاى **Marty Mcfly** قتل أمه الشابة، وبديلاً عن ذلك أصبح متورطًا فى حياتها العاطفية وغامر بالتدخل فى خطط زواجها، وكنتيجة لذلك راح يتأرجح أو يتردد على حافة الطمس أو الإلغاء لظروف ما. وبالطبع فإن عدم ظهوره لن يحل المتناقضة أيضًا لأنه لن يكون قابلاً لزيارة الماضى للتدخل فى التاريخ.

وظاهرة متناقضة كهذه تظهر لأن الماضى مرتبط عِلّيًا أو سببيًا بالحاضر. لا يمكنك تغيير الماضى ما لم يكن ذلك تغييرًا للحاضر أيضًا، وهذا ينشئ قفزة أو ثغرة سببية. لأن سلوك الكثير من النظم الفيزيائية حساسة للغاية للتغييرات الصغيرة، حتى مجرد تغييرات طفيفة فى الماضى يمكن أن تؤدى إلى تغييرات بالجملة فى الحاضر. ما كيف سيكون عليه العالم لو أن أدولف هتلر قد اُغتيل عام ١٩٣٩، أو لو أن العوامل الوراثية الصغيرة جدًا التى أثمرت أول آدمى لم تأخذ مكانها الصحيح لأنها قد دُفعت للتحرك قليلاً لمجرد سنتيمتر واحد إلى اليسار، وكان هذا سيتجنب الأشعة الكونية التى أثمرت التحول إلى النوع الإنسانى. وفى قصة راى برادبورى**Ray Brodbury**: "صوت الرعد" **A Sound of Thunder** سافر مرتحل الزمن إلى الوراء لمشاهدة الديناصورات تقتل فراشة واحدة ولكن هذا أدى إلى سلسلة متقاطرة من الأحداث التى حولت مجرى التاريخ كله.

والثغرات السببية ليست متناقضة حقيقة، طالما تكون متماسكة. من الواضح أن التغيير فى الماضى يمثل تناقضًا واضحًا، فالماضى، بعد كل شىء، هو ماضى ولكن التأثير فى الماضى ليس مرفوضًا منطقيًا، أى أن ما أعنيه هو أنه ما دام ليس هناك عائق شرعى لأن تكون بعض الأحداث لم تتسبب فى أحداث لاحقة أو تخلط بين أحداث سابقة وأخرى لاحقة. وعلى سبيل المثال تخيل رأسماليًا مغامرًا أتت ثروته الواسعة الموروثة عبر محسن أو متبرع غامض تصادف أن كان صديقًا لجدته منذ قرن مضى. وإن هذا الرأسمالى موّل عملية إنشاء آلة زمن، وبعدها استخدم هذه الآلة البدائية وسافر بها إلى الوراء ليكتشف مصدر ثروته. فهو لن يستطيع مقاومة إثبات رحلته الزمنية بأخذ نسخة من الصحف معه والتى سيقدمها إلى جدته الشابة، فلكونها صاحبة روح مغامرة فسوف تلقى نظرة على الأسعار المالية وبمساعدة خبراتها السابقة سوف تقوم بعمليات استثمار حاذقة أو ماهرة وتتسم بالدهاء. وهذه الاستثمارات بالطبع هى مصدر ثروتها وثروة حفيدها الهائلة، ومسافر الزمن هو نفسه المحسن أو المتبرع الغامض. وليس ثمة تناقضًا هنا لأن الثغرة السببية هنا هى نفسها متماسكة وكل شىء يناسب الآخر على نحو دقيق.

تتوهج أو تبرز التناقضات فقط عندما نربط بين الثغرات السببية مع الإرادة الحرة. ولكن إذا وجد مسافر الزمن نفسه أو نفسها غير راغب أو راغبة ببساطة فى إحداث ما من شأنه الإزعاج أو إيقاع المآثر التى تثمر نتائج غير متماسكة تاريخيًا مثل قتل والدته – فبالتالى يمكن تجنب مثل هذا التناقض.

لماذا يجب أن تكون الإرادة الحرة مقيدة ؟ ربما تستطيع زيارة الماضى، ولكنك عند وصولك هناك فإنك ستجد نفسك منخرطًا دومًا فى وضع محرج وفيما تحاول أن تفعله. إذا حاولت قتل والدتك، ربما يمكن للبندقية أن تتكبح ذاتيًا، أو أن يقبض عليك قبل إتمام الفعل بسبب السلوك الذى يثير الاشتباه... إلخ. أو ربما تتسق الرغبات التى حددتها لنفسك وحدَّدت بالتالى سلوكك أثناء زيارة الماضى مع عالم المستقبل الذى أتيت منه. وعلى أية حال فإن الإرادة الحرة هى مفهوم مراوغ وصعب التصالح بينه وبين قوانين الفيزياء حتى بدون الارتحال فى الزمن. وكثير من العلماء والفلاسفة يستبعدونه باعتباره مجرد وهم.

وليس من الضرورى الارتحال إلى الوراء فى الزمن لقدح نتائج متناقضة. ومن حيث المبدأ فإن أى جسيم واحد (أو أى عنصر فيزيائى قليل التأثير) يُرسل إلى الماضى يمكنه أن يطلق الأذى. افترض أن خاصية حساسة قد تم برمجتها على الانفجار ، وفقط إذا، وصلتها إشارة من ساعة واحدة من المستقبل، قل مثلاً عند وصول فوتون ذى تردد معين، فإن هذه الميزة أو الوسيلة ستوضع بجوار القاذف وبالتالى فإن إرسال هذا الفوتون إلى الماضى سوف يقدح زناد الوسيلة وبالتالى يتحطم القاذف نفسه. ومرة أخرى نحصل على ما هو غير متلائم مع نفسه.

وحتى لو أنه من غير العملى بناء آلة زمن يمكنها نقل البشر إلى الماضى، فربما يكون ممكنًا إرسال إشارات إلى الزمن الماضى. وثمة تخمين مبكر من هذا النوع انبنى على عناصر افتراضية أطلق عليها اسم "طاخيون" **Tachyon** التى يمكنها الارتحال بسرعة أكبر من سرعة الضوء. ولقد طالما عرفنا أن لا شىء يمكنه ذلك ولكن هذا ليس صحيحًا كلِّيةً. وكما شرحت فى الفصل الأول بأن نظرية النسبية قد قدمت حائلاً للزمن لا يمكن تجاوزه. إذ إن أى عنصر من مادة عادية لا يمكن تسريعه إلى حدود تتجاوز سرعة الضوء وإذا ما حاولت أن تقوم بذلك فإن العنصر سيصبح أثقل وأثقل بدلاً من تسارعه ثم تسارعه أكثر. ولكن حائل الضوء يتصرف فى اتجاهين، إذا وُجِد جسيم سرعته أكثر من سرعة الضوء فلا يمكن إبطاؤه بعدها إلى سرعة أقل من سرعة الضوء وهكذا فإن الطاخيون موجود على الجانب البعيد عن حائل الضوء ومجبر على الارتحال إلى ما بعد سرعة الضوء.

وإذا ما كانت "الطاخيونات" موجودة، ويمكن التعامل معها بشريًا فإنه يتسنى إرسال إشارة إلى الماضى. ولكى تفعل ذلك فستكون بحاجة إلى مشارك. أولاً سترسل إشارة إلى صديقة لك مستخدمًا حزمة من "الطاخيونات" المرتحلة إليها، قل مثلاً فى سرعة تماثل عشر مرات من سرعة الضوء بالنسبة إليك. وفورًا سترسل هذه الصديقة هذه الإشارة إليك بسرعة تعادل عشر مرات سرعة الضوء بالنسبة إليها. فإذا ما كانت هذه الصديقة متحركة فى اتجاهك بسرعة تساوى جزءًا كبيرًا من سرعة الضوء، فإن الإشارة العائدة ستصلك قبل إرسالك للإشارة الأولى إليها.

ما هى النظرة العامة لأن تكون هذه "الطاخيونات" موجودة بالفعل ؟ معظم الفيزيائيين متشككين بالنسبة لها. بعيدًا تمامًا عن النقص فى الدلائل الاختبارية، فلا بد أن تكون لها خواص فريدة. وعلى سبيل المثال فلا بد أن لها كتلة تخيّليّة (من المنظور الرياضى) تجعلها متصالحة مع ميكانيكا الكم. كما أنه ليس هناك ضمان لأنها ستتفاعل مع أى مادة عادية، بما يعنى فى هذه الحالة استحالة استخدامها فى إرسال أية إشارة على أية حال.

وحتى لو أن هذه "الطاخيونات" غير موجودة، فإن الشقوق الدودية والحيل الأخرى يمكن استخدامها فى إرسال عناصر إلى الماضى. ويمكنك الآن تخيل كرة بلياردو (بمنظور مشابه لمتناقضة الأم السابق ذكرها). ولقد درس كيب ثورن **Kip Thorne** وزملاؤه مسألة ثغرة الوقت فى البلياردو. فى لعبة معدلة فإن جيوب مائدة البلياردو تمثل المداخل والمخارج فى آلة زمن شق دودى. تخيل كرة متجهة إلى جيب نهاية وتنزل فيه ثم تظهر مرة أخرى من جيب جانبى فى عدة دقائق مسبقة لنزولها فى الجيب النهائى لدرجة أنها تتصادم مع ذاتها السابقة. فسيكون هذا التصادم مفسدًا لتوجهها للجيب النهائى ومانعًا لها من النزول فيه. ليس إذن ثمة حرية للإرادة فى تعقيد الأشياء، ولكن فقط، كما فى حالة قاتل أمه (كمتناقضة)، فإن النتيجة الموصوفة توًا تكون غير متماسكة ومن ثم لن تحدث.

ولكن يمكن حل هذه المتناقضة. يمكننا تخيل قصة مختلفة عن ذلك قليلا. بأن الكرة هنا ستبدأ فى التحرك بطريقة تجعلها تخطئ الوصول لجيب النهاية حيث عانت من دفعه راقصة من كرة ظهرت من جيب جانبى. التصادم هنا أدى إلى تغيير اتجاه الكرة بحيث استطاعت بالفعل بعده من الوصول إلى جيب النهاية ثم ظهرت من جيب جانبى قبل فترة قصيرة فى هيئة الكرة التى أحدثت الضربة الراقصة. وقد أظهر ثورن أن هذه النتيجة – تصادم كرة مع ذاتها السابقة هى

طريقة مُصممَّة لإنشاء ثغرة سببية متماسكة ذاتيًا – متماسكة تمامًا ومتسقة مع قوانين الفيزياء. وعلى الرغم من أن هذه النتيجة مربكة، فقد أظهر ثورن أيضًا أن هناك أكثر من واقعة ذاتية التماسك. وحينما تظهر الثغرات السببية فإن قوانين الميكانيكا النيوتونية لن تصبح قادرة على التنبؤ ولو بأى حقيقة منفردة.

كيف تصنع المال ؟

السفر إلى الماضى سيصبح مثارًا للعبثية حين يقابل مسافر الزمن ذاته الأصغر سنًا، لأنه فى ذلك الوقت سيكون هناك اثنان منه. ولاحظ أنك لن تندهش من مقابلة نفسك الأصغر بهذه الطريقة لأنك ستكون متذكرًا هذه الواجهة منذ شبابك.

الفرق فى السن لا يحتاج لأن يكون عظيمًا أو كبيرًا. من حيث المبدأ يمكن أن يكون مثلاً مجرد يوم واحد. فى هذه الحالة سيكون هناك شخصان تقديريان متماثلان وقد يكون هذا حظاً عاثرًا ولا يحتاج الأمر للتوقف عنده. ويمكنك دعوة نفسك الأصغر منك بقليل لمصاحبتك فى رحلة مشابهة للوراء يومًا ما، عندها يكون هناك ثلاثة منك. وليس هناك ما يمنع من إعادة هذه العملية مرات ومرات. وبعمل قفزات كاشفة ناجحة إلى الوراء فى الزمن فإن مسافر الزمن يمكنه أن يراكم العديد من النسخ من ذاته فى مكان واحد.

مثل هذا السيناريو يؤدى إلى استراتيجية للوصول إلى الغنى بسرعة. خذ قضيبًا من الذهب وإعطه لذاتك السابقة حتى تصل هى أو هو لموعد الهبوط فى المحطة. وآنذاك سيكون هناك قضيبان من الذهب واحد معك وواحد معها. أى أنك ضاعفت ثروتك أو استثماراتك بدون مجهود. إنها وسيلة سهلة لمضاعفة قضيب الذهب كما يفعل بعض الناس.



عمل وثبات كاشفة ناجحة إلى الماضى

ومن وجهة نظر الفيزيائيين فإن مضاعفة الجواهر (الذات) تمثل شيئًا من الإرباك، لأنها تنتهك كل أنواع ما يسمى بقوانين حفظ الطاقة وغيرها. افترض أن قضيب الذهب قد تم إحلاله من خلال عنصر مشحون كهربيًا ؟ إذن ستظهر شحنتان كهربيتان من شحنة واحدة. وهذا ينتهك قانون بقاء أو حفظ الشحنة الكهربية. ومرة أخرى، فإنه يمكن تجنب التناقض بالبقاء أو الالتصاق بالثغرات ذاتية التماسك. وعلى سبيل المثال، فإن عنصرًا مشحون كهربيًا بشكل إيجابى سيترك عند قذفه داخل شق دودى حقل كهربته فى شكل خيط فى الثقب ومعطيًا شحنة إيجابية مؤثرة عند الدخول (فى المستقبل) وشحنة سالبة عند الخروج (فى الماضى). وهذه الشحنة السلبية سوف تلغى أو تحذف تحديدًا الشحنة الإضافية الإيجابية التى نشأت بسبب رحلة العودة. وهذا ينقذ القانون المستقر فى الذهن عن حفظ أو بقاء الأشياء.

كيف تجنى معلومات من الهواء ؟

مما يعد أكثر حيرة وإرباكًا بشأن متناقضات السفر فى الزمن، يمكن إضاءته أو تسليط الضوء عليه عبر المقولة التالية: بنى أستاذ ما آلة زمن فى العام ٢٠٠٥، وقرر الذهاب إلى عام ٢٠١٠ (ليس ثمة مشكلة هنا)، وعند وصوله اتجه إلى مكتبه بالجامعة، وتصفح الجرائد السائدة وقتئذ. وفى قطاع الرياضيات لاحظ وجود نظرية جديدة رائعة، ودَوَّن على عجل وبدون اختصار التفاصيل الخاصة بها، ثم عاد للعام ٢٠٠٥، واستدعى واحدًا من الطلاب الماهرين، وأعطاه الخطوط العامة للنظرية الجديدة، ومن جانبه أثرى المناقشة، وأعدّ بحثًا ونشره فى إحدى المجلات العلمية المُحكمة والمسجلة دوليًا والمختصة بالرياضيات لقد كان هو نفس البحث فى ذات المجلة الذى قرأه الأستاذ عام ٢٠١٠.

وأيضًا مرة أخرى ليس هناك تناقض هنا، لأن القصة تحتوى على ثغرة سببية ذاتية التماسك. وبكلام مباشر فهذا ليس تناقضًا وإنما هو ببساطة حالة مُتكهَّنة للأمور حتى ولو تضمنت أو تعلقت القصة بأصل المعلومات: من أين جاءت النظرية الجديدة بالضبط ؟ ليس من الأستاذ نفسه، لأنه فقط قرأها فى الجريدة. وأيضًا ليس من الطالب الماهر لأنه نسخها عبر الخطوط العامة التى ذكرها له الأستاذ. إنها أشبه بما لو أن هذه المعلومات قد جاءت من الهواء.

هذا التناقض يجوز تبنِّيه كشىء أشبه بالجرس المنذر، فإن سيناريو "شىء من لا شيئ"، سبق منذ مدة طويلة أن حاول مخترعون من خارج الدائرة المتعلقة بموضوعنا دراسته بحثًا عن "حركة أبدية دائمة". وكل هذه الماكينات فشلت لأسباب ترجع للقانون الأول والثانى للديناميكا الحرارية، والتى على نحو بدائى تقرر أنه لا يمكنك الحصول على شىء من منظومة منغلقة أكثر مما وضعته فيها. وماكينات الحركة الدائمة المقترحة دائمًا ما ينتج عنها فَقْد ضائع من الحرارة أثناء الاحتكاك وغيره من المحيطات ودائمًا ما تصل آخر الأمر إلى حالة توقف أو انقطاع. إن الأنطروبيا **Entropy** (عامل رياضى لقياس فقد الطاقة فى منظومة ديناميكية

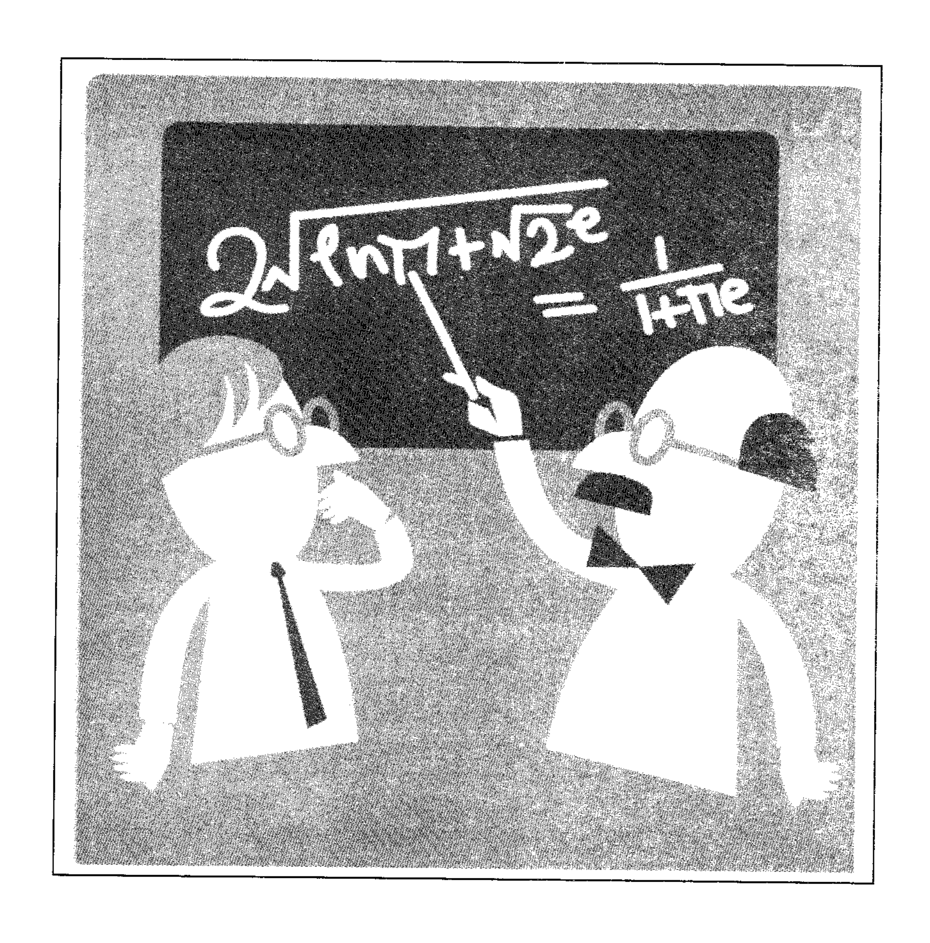
حرارية لها علاقة بالمعلومات المطلوبة) (فنيًا فإن زيادة الأنطروبى يماثل فقدان المعلومات) وهكذا فإن الحصول على المعلومات بدون مقابل هو من وجهة نظر الفيزيائيين معادل لتدفق الحرارة فى الاتجاه العكسى أى من البارد إلى الساخن.

هذا ويعتقد خبير الارتحال فى الزمن دافيد دويتش أن المعلومات التى تدخل الأكوان من لا مكان تتعادل تمامًا مع المعجزات، ومن هنا تضرب قلب النظام العقلانى للطبيعة، ولهذا السبب نفسه يعتقد أن التناقض الثالث ربما يكون الأكثر تسببًا فى الحيرة والإرباك من بين التناقضات الثلاثة. وربما يكون علينا أن نضعه بجوار الحركة الأبدية والمجَسّ الكونى أو رقابة الفضاء على قائمة تناقضاتنا، طالما تتعلق بمعلومات لا سبب لها تقتحم الكون من لا مكان.

كيف تصنع كونًا آخر ؟

توجد مشكلة السببية فى قلب التناقضات الخاصة بالارتحال فى الزمن – ما حدث بالأمس يؤثر فيما يحدث اليوم. اذهب إلى الوراء (الماضى) وحاول أن تغِّير ما حدث بالأمس وستجد نفسك مهددًا بتغيير ما يحدث اليوم أيضًا، عن طريق إحداث ثغرات أو قفزات مُسبَّبة والتى هى بطبيعتها تمثل إشكالية موروثة فى الكون. ولكن ربما هناك مخرجًا نستطيع أن نفهمه أكثر من التوجيه الصارم لتلك الثغرات أو ربطها بالتماسك الذاتى التفصيلى.

السببية ليست رابطة صارمة يفترضها الناس لأنه من الحقيقى أنه فى حياتنا اليومية تكون الرابطة أو الصلة بين السبب والأثر لا مفر منها. ومع ذلك فإن العالم المعتاد على المناضد والكراسى والبشر عادة ما يخفى وراءه المجال المصغر الضبابى لميكانيكا الكم حيث تصبح السببية إلى حد ما غامضة وغير واضحة.

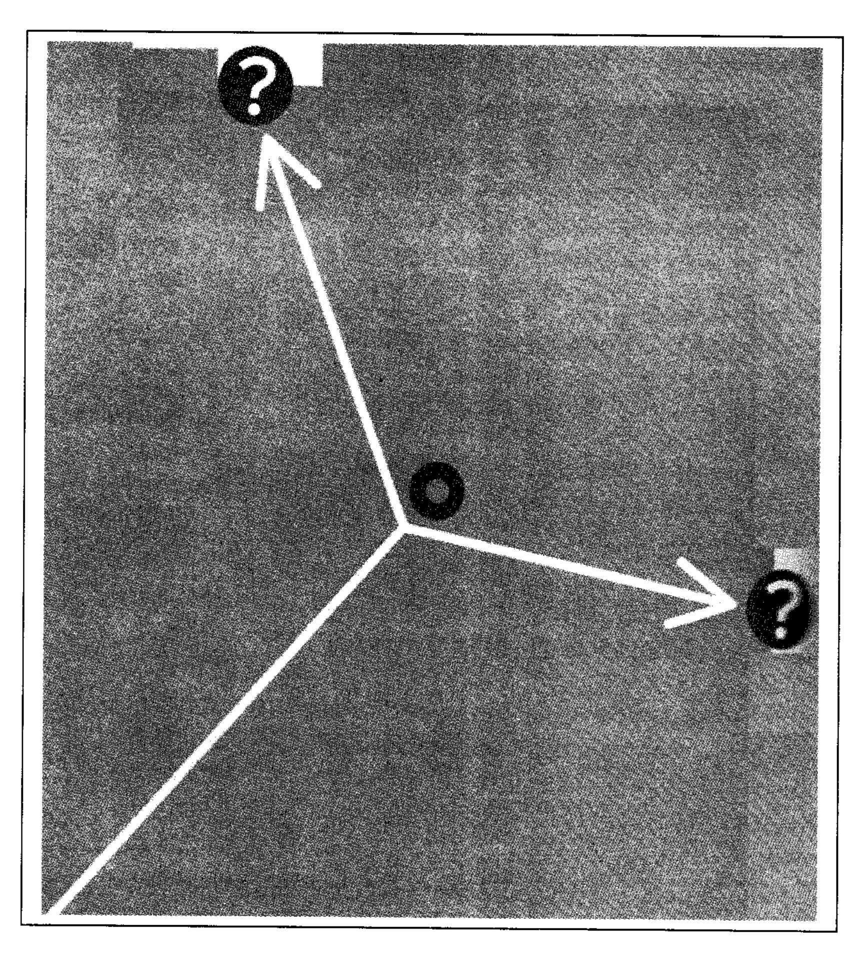


وهنا تمدنا مباراة البلياردو بمثل يضيء لنا السببية المعتادة وهي في حالة عمل. اضرب الكرة الرئيسية محدثًا لها سرعة معينة بحيث تصطدم بكرة أخرى. في حالة غياب الثغرات السببية فإن حركة الكرتين بعد الاصطدام ستتحدّد كلية بناء على السرعة الابتدائية واتجاه الكرة الرئيسية. وباستخدام قوانين نيوتن للحركة فإنه يمكنك معرفة ما سيحدث عقب الإصطدام بشكل استباقي، لأن هذه القوانين محددة بشكل مباشر. الحركة المبدئية كافية لتقرير ما ستكون عليه الحركة النهائية. وهذا يعني أنه لو

أعيدت التجربة فى ظل ذات المشارطات فإن النتـائج سـتكون هـى نفـسها. إذا سَقطت الكرة التى أحدثت الاصطدام فى جيـب معـين مـن مائـدة البليـاردوا، فهى ستفعل ذلك غدًا طالما كل شيء متماثلاً. وهـذا هـو النظـام الـذى يؤكـده ويضمنه كوننا الكبير.

تختلف الأمور تمامًـا لـو حاولـت لعـب البليـاردو بواسـطة الـذرات أو عناصر مثل الإليكترونات أو البروتونـات. فـاليوم قـد يـصطدم إليكتـرون مع بروتون ثم ينحرف إلى اليسار وغدًا فى ظـل نفـس المـشارطات ينحـرف إلى اليمين. وقوانين نيـوتن لا تنطبـق هنـا ولا بـد أن تحـل محلهـا قواعـد ميكانيكا الكم، والتى هـى غيـر محـددة. وهـذا كـأن نقـول إن حالـة نظـام فيزيائى فى لحظة ما لن تكون وافية بـالغرض فـى تحديـد مـا سـيحدث فـى اللحظة التالية. اللا يقين فـى مجـالات العـوالم الـصغيرة يكمـن فـى مبـدأ هايزنبرج عن اللا يقين. وعلى هذا فإن التنبـؤ يكـون مبنيًـا علـى الـصدفـة أو منطويًا على مخاطرة فيما يتعلق بالنظرية الذرية. وعـادة فـإن أحـسن مـا يمكن عمله هو أن تعقد الرهـان علـى هـذا أو ذاك مـن النتـائج. حيـث لـو تصادم إليكترون مع بروتون فقد ينحرف إلى مدى كبيـر مـن الزوايـا بعـضها قد يتشابه أو يكون قريبًـا مـن الآخـر وميكانيكـا الكـم تعطـى قـدرًا كبيـرًا للاحتمالات، ولكنها لن تقول لك ماذا سيحدث فى أية حالة محددة.

والفيزيائيون مقتنعون أن اللا يقين فى ميكانيكا الكم هو من الأمور الجوهرية فى الطبيعة وليس ناجمًا عن جهل البشر بالعمليات المتعلقة بالأمر. وبكلمات أخرى فحتى الإليكترون لا يعرف أى طريق سيسلكه حتى يقع التصادم بالفعـل. وهكـذا حتى مع بقاء القول صحيحًا من حيث الحس العام بأن التـصادم مـع البروتـون سيسبب انحرافًا فى مسار الإليكترون، فإن العلاقة السببية تظـل هـى الأخـرى غامضة وضبابية لأن المسار الفعلى والنهائى للإليكترون غير محدّد مسبقًا.



اللا يقين فى ميكانيكا الكم

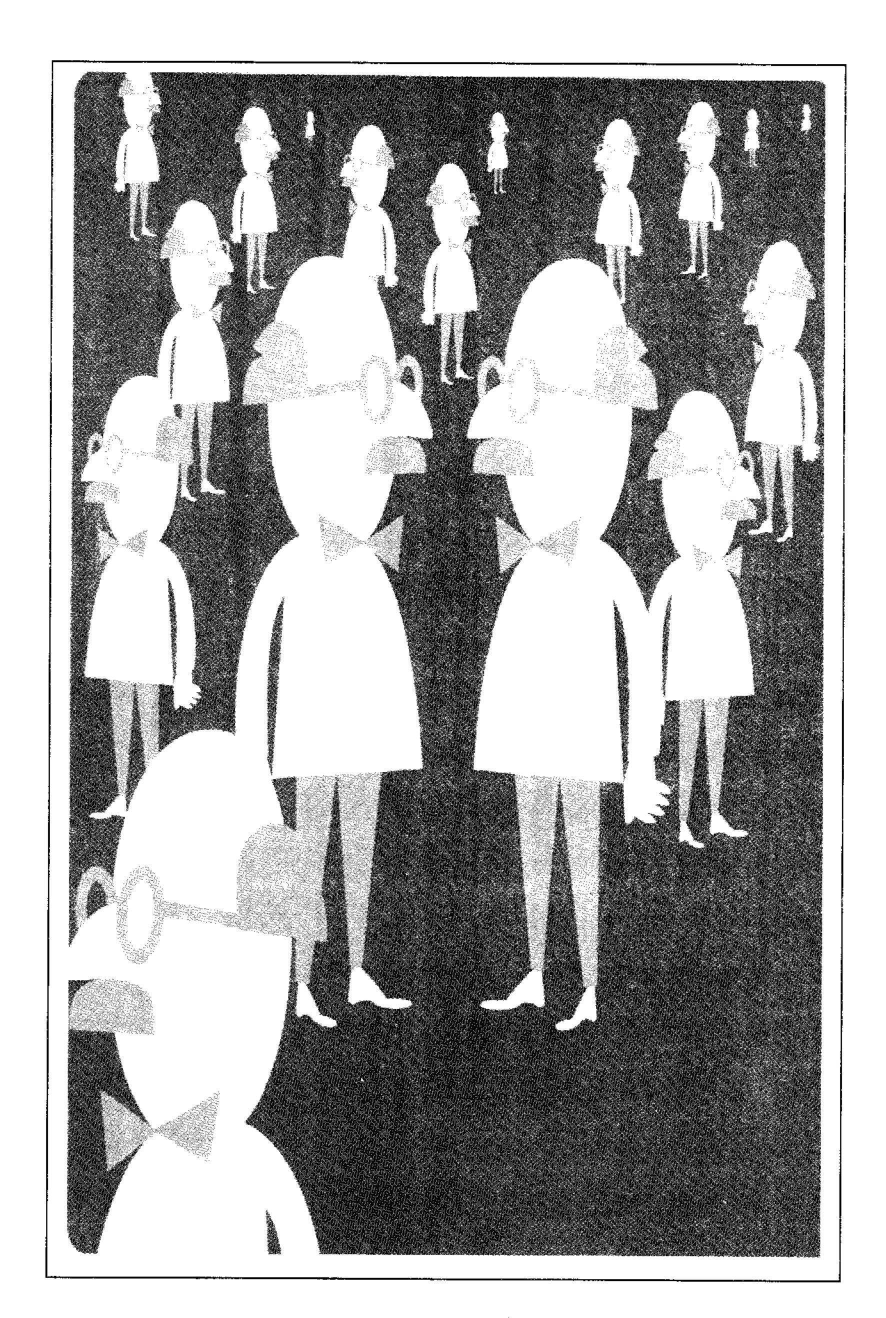
وليست التصادمات البسيطة فقط هى التى تسبب اللا يقينية فى الفيزياء الذرية، ولكن اللا يقينية موجودة فى كل العمليات. وعلى سبيل المثال فإن أى جزىء من عنصر نشط إشعاعيًا كاليورانيوم ربما يتلاشى أو لا يتلاشى خلال العام القادم. وأى ذرة تصطدم بحائل ربما تنعكس للخلف، أو ربما تظهر على الجانب الآخر من الحائل متخذة نفقًا عبر الحائل. أين يجب أن تكون بالضبط وفى أى لحظة هذا من غير المتيقن ؟

واللا يقينية تلك تعتبر واضحة وجليّة تمامًا فيما يتعلق بمجالات الذرات. والعناصر دون الذرية. أما فى المنظومات الأكبر حجمًا فتكون المسألة أقل حدة. وعندما نأتى للجزئيات الكبيرة ستكون تأثيرات ميكانيكا الكم ليست بذات الأهمية الكبيرة. ولكن اللا يقينية الكمية لا تختفى أبدًا على نحو كامل، من حيث المبدأ، هى موجودة حتى مع كرات البلياردو.

وإذا كانت الأحداث فى عالمنا الصغير ليست بالكامل ملتصقة بالسبب والنتيجة أو الأثر، فثَمّةَ تعقيدات الثغرات أو القفزات السببية المتعلقة بتناقضات الارتحال فى الزمن وتغيراته. هناك طريق للتفكير بشأن اللا يقينية الكمية يكمن فى تعبيرات: العوالم الممكنة. إن الإليكترون الذى يصطدم ببروتون فإما ينحرف مساره لليمين أو الشمال. أى أنه ثمة عالمان ممكنان: واحد يتحرك فيه الإليكترون لليسار، وآخر لليمين. وعلى نحو أكثر عمومية فإن عملية ذرية أو خاصة بالجزيئات دون الذرة، ستكون لها نتائج محتملة عديدة، وربما عدد لا نهائى من النتائج، ومن ثم عديد من الأكوان البديلة معروضة تقريبًا معظم الوقت لما يمكن أن يحدث لعنصر تحت ذرى.

إذن مسألة اللا يقينية الكمية هذه تفرض نفسها علينا إذا ما أردنا أن نسأل فى حالة معينة: أى من الأكوان الممكنة هو الذى يتطابق مع الكون الفعلى ؟ بالطبع لن نستطيع أن نعرف مقدما باعتبار أن هذه طبيعة اللا يقينية الكمية، ولكن معظم الناس يفترضون أنه ليس هناك سوى عالم واحد حقيقى، أما العوالم الأخرى المقال بها فهى لا تمثل سوى عوالم فشل التيقن منها إذ إنها مجرد مطامح لدى البعض أو مجرد خيالات واعدة لم يتسنى تَحَقُّقها. وإذا ما كان الأمر كذلك فثمة مشكلة عميقة فيما يتعلق بالربط السهل أو الناعم بين التعدد الذى تطمح إليه مجالات الكم وبين ما يسمى الواقع الكلاسيكى ومجاله الحياة اليومية حيث لا توجد سوى حقيقة واحدة فقط.

وفى الواقع، فليس هناك اتفاق عن كيفية القيام بالربط بين الأكوان البديلة. هناك عدد متنامى من الفيزيائيين يعتقدون أن أفضل طريقة للاقتراب من المشكلة هى بافتراض أن كلاً من هذه الأكوان البديلة هو حقيقى فى كل جزء ولو صغير منه مثل الآخرين. وبكلمات أخرى، فليست هناك حاجة للقيام بالانتقال أو التحول من عديد من العوالم الممكنة إلى واحد فعلى، لأن كل العوالم الكمية الممكنة موجودة بالفعل. وفى هذه العوالم المتعددة التى تراها ميكانيكا الكم، فهناك عوالم لا نهائية متوازية مع ما لها من بدائل كمِّية ممكنة تتمثل أو تظهر فى عالم بمكان ما. سيكون هناك كون تتموضع فيه ذرات جسدك على نحو مختلف عما هى عليه عندك حاليًا، وسيكون هناك كون لم يُغتل فيه الرئيس كنيدى، وكون ليس فيه كوكب الأرض، وهكذا. وكل عالم ممكن سيكون هناك فى مكان ما، إلا أن "هناك" لا تعنى الفضاء الخارجى ولكن بمعنى ما إلى جوار فضائنا وزمننا (طالما أنها أكوان متوازية). وثمة عدد ضخم غير محدد **Zillions** من هذه الأكوان سوف يكون بها نسخًا منك كل منها يشعر منفردًا ويفترض أن عالمه أو عالمها الذى يسكنه أو تسكنه هو وحده العالم الحقيقى.



الأكوان المتعددة

وعملية حل تناقضات الارتحال فى الزمن من خلال توازى الحقائق كما وصفناه كانت هى الحيلة أو الوسيلة التى طالما استخدمها كُتَّاب الخيال العلمى. والفكرة الأساسية تتحصل فى أن مسافر الزمن عندما يتدخل فى التاريخ فإن الكون يتفرع إلى فرعين أو أكثر. ومن بين الفيزيائيين الذين يقترحون مثل هذا المهرب دافيد دويتس **David Deutsch** الذى أوضح أن تعدد الأكوان كتأويل أو تفسير لميكانيكا الكم يحل بشكل طبيعى متناقضات الارتحال فى الزمن. وانظر مثلاً إلى متناقضة قاتل أمه، وافترض أن مسافر الزمن ذهب إلى الماضى وأخذ على عاتقه ارتكاب جريمة القتل. فى هذه الحالة ليس ثمة خطأ، الأم ماتت. ولكن أى أم ؟ تذكر إن هناك مجموعة عريضة من الأمهات موجودة وسط العدد الهائل والمذهل من الحقائق المتوازية. وفى تعددية العوالم الكمية المتوازية يمكنك تغيير الماضى لعالم موازى بينما يظل عالمك أنت وكأن أحدًا لم يلمسه. وفى الواقع فإن فعل القتل يقسم الحقيقة إلى مجموعتين أو نظامين، واحد يتعلق بالأم المتوفاة، والآخر مع التى بقيت حية. وكلا الإمكانيِّتين توجد جنبًا إلى جنب فى المدى الواسع لتعدد الأكوان الكمى. كما أن أى فرع ما فى التعدد (مثل المُلاحظ تحديدًا) سيكون متماسك ذاتيًا بشكل شامل، لكن سببية التفاعل بين الفروع المختلفة لن تحتاج لأن تأخذ فى اعتبارها النظام النهائى للتسلسل الزمنى. من خلال نظام دويتس يمكنك أن تكون لديك كعكة وتستطيع أن تأكلها: الارتحال فى الزمن والإرادة الحرة غير المقيدة يسمحان كلاهما بذلك بوضوح.

ولكن العلماء منقسمين حول الرغبة فى التصريح بالتعددية الكمية للأكوان كحلٍ لتناقضات الارتحال فى الزمن. البعض يرى أن الحقائق المتوازية تُعدّ أكثر سخفًا من مسألة الثغرات أو القفزات الزمنية ومن الأفضل ألا نأخذ بأيهما. وسواء ابتلعنا أو لم نبتلع تأويل الأكوان المتعددة

لميكانيكا الكم، فإن الطبيعة ذاتها خاضعة لها، وأى تحليل نهائى للحالات الفيزيائية يجب أن يُحمل على المستوى الكمى. كما يبدو أن فكرة الثغرات أو القفزات السببية التى تبرز جراء الارتحال فى الزمن، تحمل فى طياتها تأثير توسيع أو تضخيم ظاهرة الكم المتعلقة عادة بالمجال الذرى حتى إلى مجالات الحياة اليومية، ومن ثم لا يمكننا تجنب إضافة الحقيقة الكمية إلى غرابة الارتحال فى الزمن.

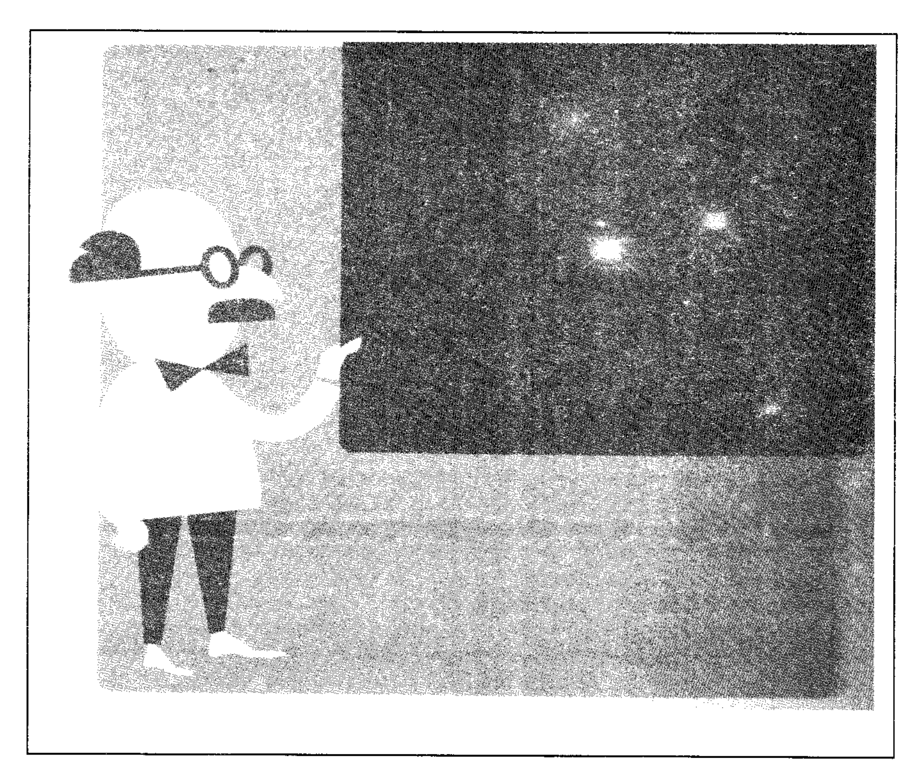
الحماية التى يوفرها التسلسل الزمنى

يبدو الارتحال فى الزمن كملهاه تنفخ الروح فى الخيال العلمى، إلا أن الفكرة مروعة لدى كثير من الفيزيائيين. والمشكلة تكمن جزئيًا فى وفرة التناقضات التى تطلقها أو تبعثها عملية السفر للماضى. بالإضافة إلى أن الثغرات أو القفزات السببية الوشيكة الوقوع أو المُسلّطة على رأس المرء تبدو أشبه بمرض فيزيائى وقد تثمر آثارًا فيزيائية، واقعيًا ستمثل موقفًا حرجًا لأية محاولة لإنشاء آلة زمن. وكان ستيفن هوكنج واحدًا بين النظرِّيين الذين عبَّروا عن شكوكهم فى أن الشقوق الدودية أو غيرها من آلات الزمن عملية إعلامية لا أكثر. وقد اقترح حدسًا يتمثل فى حماية يحققها التسلسل الزمنى، والذى هو فى مصطلحات مبسطة، يقول بأن الطبيعة دائمًا ما تقوم بدور العائق الذى يحول دون السفر إلى الماضى زمنيًا والذىَ "يجعل الكون آمناً للمؤرخين" على حد تعبيره هو.

أين الخطأ إذن ؟ إذا ما حضارة متقدمة عنا حاولت بناء آلة زمن من خلال شق دودى ؟ واحدة من الممكنات أن مضادات الجاذبية ظاهرة شديدة التقلب فى مجال استخدامها فى تحقيق سيناريوهات الشق الدودى. وشىء واحد لتحقيق أو السيطرة على الأمر هو أن الطاقة السلبية ممكنة فيزيائيًا تحت ظروف أو مشارطات غير عادية، لدرجة تَوَقَّع ظهورها داخل الشق الدودى أو أى نظام آخر لآلة زمن، وبالقوة اللازمة لإنجاز آلة زمن. بينما تبقى الأشياء المؤقتة الأخرى خارج هذا الأمر. هذا والدراسات

الرياضية تقترح أن حـالات مـضادات الجاذبيـة تحـدث فـى ظـل مـستوى عريض من المشارطات، ولكن حاليًا فليـست هنـاك نظريـة عامـة توضـح حدود ذلك بالضبط.

وحتى أنه من المضمون أن مضادات الجاذبية يمكن توظيفها بطريقة مناسبة (أو بواسطة مادة غريبة حاسمة وملزمة موجودة بالطبيعة)، لكن ثمة مشاكل أخرى غامضة أو غير واضحة. المادة الحاسمة التى تتخلل أو تنتشر فى حلقـوم الـشق الدودى ربما تتفاعل مع أى مادة عادية فى محـاولة لاحتجـاز الشـق الـدودى أو تعويقه أو حتى تدمّره.



صور لأشباه النجوم

وثمة صعوبة أخرى تتعلق بسلوك الفراغ الكمى فى سرعة الشق الدودى أو أى نوع آخر من آلات الزمن. وتتمثل أو تتركز هذه المشكلة فيما يمكن أن يحدث عند الربط بين منطقة الزمكان التى تسمح بالحلقات الزمنية وبين الزمكان العادى حيث الماضى والمستقبل غير مشتبكين ويطلق على المواجهة بين المنطقتين: أفق التسلسل الزمنى. وعبور هذه الأخيرة يتطلب الدخول فى منطقة من الزمكان حيث تستطيع العناصر أن تدور وتدور فى حلقات سببية لا نهاية لها. وهذا يتضمن حالة الفوتونات التقديرية فى الفراغ الكمى. وبقول صحيح فإنه فى كل مرة يقوم فيها الفوتون بجولته الدورية فى الزمن، يكون بذلك مضاعفاً للطاقة "المُقترضة". والحسابات الرياضية تظهر أنه كلما اقترب أفق التسلسل الزمنى كلما زادت دورات الفوتونات التقديرية لدرجة أنها تقريبًا تغلق الحلقة السببية، وكلما اقتربت من ذلك الأفق كلما زاد إغلاقها للحلقة بحيث يصبح منتجًا لآثاره الخطرة.

وبوجود اللا يقينية الموروثة فى سلوك العناصر الكمية مثل الفوتونات، فإن هذا الأفق لا يعمل كمحيط حاد. ومجرد التهديد الوشيك بإغلاق الحلقة السببية كاف لدعم الفوتونات وسلوكها بغير حدود. منشئًا ما يتعين قبوله، على كراهيته، من المزيد والمزيد من الطاقة كلما اقترب ذاك الأفق. وهذا الانطلاق التصاعدى للطاقة ربما يُولِّد مجال جاذبية ضخم يحنى الزمكان محطمًا مع هذا الانحناء آلة الزمن. وقد قلت "ربما" لأننا لا نملك بعد نظرية جيدة كافية عن الجاذبية الكمية لنعرف أو نختبر من خلالها ما سوف يحدث فعلاً فى ظل هذه الظروف الشديدة التطرف. وهكذا فإن الفراغ الكمى ومأساته الجدلية لم تزل الحلقة موضع مناقشة ومقترحات ولكنها حتى الآن ليست محسومة. وفى وقت كتابة هذا الكتاب لم تزل الحلقة أو الصلة من الحماية التى يوفرها التسلسل الزمنى فى منطقة انتقالية من الفكر أشبه بحفلة معلومات رسمية أو غير رسمية مفتوحة أمام الآخرين.

نماذج بديلة لآلات الزمن:

يظل الشق الدودى هو التصميم المفضل لآلة الزمن لكنه ليس الوحيد. ولقد أشرت بالفعل إلى العمل المبكر لـ فان ستوكوم **Stockum** وجودل **Godel** بشأن "المادة المتعاقبة". وثمة اقتراح مختلف تمامًا لآلة الزمن أجراه ج. ريتشارد جوت الثالث **J. Richard Gott III**، يقوم على الجواهر الافتراضية المسماه "الأوتار الكونية" **Cosmic Strings**. الوتر الكونى هو خط طويل فلكى يحتوى على قدر واسع من الكتلة، حتى أن كيلومترًا واحدًا منها يزن بما يعادل وزن الكرة الأرضية. ويعتقد بعض علماء الأكوان أن هذه الأوتار ربما تشكلت عبر حرارة "الانفجار الكبير" **big bang** حينما انتشرت كثافة الطاقة فى الفضاء، وتم اقتناصها داخل هذه الأنابيب، وبقيت مُحافظًا عليها داخلها للأخلاف.

هذه الأوتار الكونية ستكون قائمة على المادة الغريبة الحاسمة، ولكن فى هذه الحالة ما الذى يجعل تلك المادة متعلقة بالطاقة وليس الضغط. ونحن طبيعيًا لم نلاحظ أن الضغط هو من مصادر الجاذبية، ولكن طبقًا لنظرية أينشتاين العامة فى النسبية فإن الضغط ينشئ حقلاً للجاذبية أيضًا. فإذا ما كان هائلاً حقيقة فإن الضغط يمكن أن ينافس الطاقة فى القوة الجاذبة. والأمر أن الضغط داخل وتركونى يكون هائلاً وسلبيًا، وهو كأن تقول إن الوتر فى حالة توتر. ولأن الضغط يجذب، فإن التوتر (ضغط سلبى) يُطرد. وفى مقطع مستقيم من الوتر فإن مضاد الجاذبية الناجم من التوتر سوف يَلْغى بالضبط الجاذبية الناجمة من كتلة الطاقة، والنتيجة أن الوتر لن يؤثر بقوة جاذبة على الأجسام القريبة منه، على الرغم من كتلته الضخمة.

ومع ذلك، فإن الوتر يظل يغيِّر من هندسة المكان بالقرب منه، وبطريقة مميزة ومزدانة جيدًا مثل العمود المزين بالأشرطة الذى ينصب للرقص حوله فى عيد أول مايو فإذا ما وثب الراقص حوله مرة، فهو بالضبط سيكون قد دار حول نفسه لفة كاملة (٣٦٠ درجة). وبدلاً من ذلك

لو كان هذا العمود هو الوتر الكونى، فـإن الـراقص سـيجد نفسه قد عاد مباشرة إلى النقطة التى بدأ منها قبل ما يقل عن الـ ٣٦٠ درجة. وبرسم دائرة حول الوتر الكونى فلن تحتوى على أربع زوايا كتلك التى نرسمها على سبورة.

نقص الزاوية الذى يسببه الوتر الكونى مقداره ثوانى قليلة من القوس (كسورالزاوية)، ومع ذلك فهو يقود إلى آثار مميزة. فزوج من الخطوط المتوازية المستقيمة التى قد تمتد فى غير نظام عبر الوتر الكونى سوف يلتقيان فى نهاية الأمر. فإذا كانت هذه الخطوط تمثل أشعة ضوئية قادمة مثلاً من شبه نجم أو مجرة بعيدة فإن المُلاحظ سوف يرى نسختان من أى منهما كما لو أن الوتر كان موجودًا بينهما وبين الملاحظ. وهذه الصورة المزدوجة معروفة عند الفلكيين، كما يمكن إيجادها بطرق أخرى أيضًا ولكن ليس ثمة دليل قاطع على أن الأوتار الكونية موجودة بالفعل.

وعلى الرغم من ذلك فهناك مزيد من الدراسات. وقد أشار جوت إلى أن الفوتونات القادمة من مصدر بعيد تأخذ والتى موضعها بغير نظام عند الوتر ثم تتجمع أو تتقارب، لا تحتاج لأن تصل إلى نقطة العبور لهذا الوتر فى نفس الوقت، إذا ما كان المصدر والمُلاحظ غير مصطفِّين فى حركة نسبية. وكنتيجة لذلك، فسيكون ممكنًا لكائن فضائى مرتحلاً بسرعة قريبة من سرعة الضوء حول جانب واحد من الوتر أن يصل لنقطة التجمع قبل الفوتونات القادمة من الجانب الآخر. وذلك ينجم كأثر من جراء أن الكائن الفضائى سيكون خارج نسبة التقدم فى السرعة الخاصة بنبضات الضوء المتباطئة بأخذه طريقًا بديلاً عبر الفضاء، تمامًا كما هى الحالة فى الشق الدودى. وهذه المناقشة أو الجدل الفيزيائى يقترح أن الترحال فى الزمن قد يكون ممكنًا باستخدام الأوتار الكونية أيضًا. وقد برهن جوت رياضيًا أنه لو أن اثنين من الأوتار الكونية المتوازية يتحركان متباعدين

بسرعة قريبة جدًا من سرعة الضوء فسوف يوجدان منطقة يستطيع منها الكائن الفضائى الارتحال إلى الوراء فى الزمن من خلال إنجاز قفزة حلقية حول الوترين.

اقتراح جوت هذا من الصعب أن يكون عمليًا، لأنه سيواجه عديدًا من العقبات على أرضية فيزيائية. مثل أن الأوتار المستقيمة اللا نهائية الطول غير موجودة بينما الحلقات حول الوتر وهى محدودة مهددة بالانهيار داخل الثقب الأسود قبل تحولها لآلات زمنية. ولكنها تؤكد أن السفر فى الزمن من ملامح نظرية أينشتاين فى النسبية وليس مجرد خاصية لأحد السيناريوهات.

ولأن جوت أصبح متحمسًا بشأن الارتحال فى الزمن فقد اقترح أن الكون كله ربما يكون واحدًا، مشيرًا إلى أن الكون قد يكون قد أنشأ نفسه. ومجرد أن المسافر فى الزمن أو المسافرة يمكن أن يصبح، من حيث المبدأ والد نفسه أو تصبح والدتها، هكذا يمكن للكون أن يثب عائدًا فى الزمن مقدمًا نفسه للوجود عبر انفجار كبير جديد بدون الحاجة لمصدر غامض من اللا شيء أو من الزمن القديم. وبهذه الطريقة وبمعنى من المعانى سيكون الكون دائم الوجود حتى ولو بقى الزمن نفسه نهائيًا فى الماضى.

هذا المسح البحثى بدون شك قد عالج بل استنزف مختلف التصميمات المعروضة لآلة الزمن. ومعظم المقترحات المتعلقة بالموضوعات متصلة بدرجة ما بعملية "القطع" و "اللصق" للزمكان، كما لو أن هناك مقصًا هائلاً فوق العادة ومتميزًا بالسرعة الكافية لعمل ثقوب فى الفضاء وقادرًا على انتزاع ولَىّ الحواف هناك ثم يعيد لصقهما مرة أخرى فى نموذج مختلف، ولو أن هذه الأساليب اصطناعية بالكامل فإنها تصف الزمكانات، وتخدم كوسائل اختبار لاكتشاف النتائج الفيزيائية المدهشة للارتحال فى الزمن.

الزمن العائد للوراء:

لا موجب للخلط بين الارتحال فـــى الـــزمن وبـــين الموضـــوع المـــدهش بشكل درامى ألا وهو "عــودة الــزمن للــوراء". منــذ زمــن أفلاطــون يقــوم الفلاسفة والعلماء بإعمال تأملاتهم فيما يعــرف بفكــرة "عــودة الــزمن للــوراء فى الاتجاه العكسى". والواقع يشير إلـــى أن هـــذه تـــسمية يجانبهـــا الـــصواب، طالما أن الزمن نفسه لا يجرى إلى أى مكـــان. ومـــن الأكثـــر دقـــة أن نتحـــدث عن أنظمة فيزيائية تعود إلى الوراء فى الاتجـــاه العكـــسى للـــزمن. كمـــا تـــدير فيلمًا على نحو عكسى. هل يمكن أن يحدث هذا ؟ هـــل للمـــاء أن يجـــرى نحـــو قمة التل أو يعود البيض بعد كسره إلى حالته الأولى ؟

لتأخذ فكرة عما ندور حوله هنا، تخيل صندوقًا صلبًا يحتجز بداخله دستة من جزئيات الغاز تتدافع حول بعضها بطريقة عشوائية متصادمة مع بعـــضها ومـــع حوائط الصندوق. وتخيل أن هذه الجزئيات فى لحظة ما قد تزاحمت فى أحد أركان الصندوق. هذا الترتيب لن يبقى طويـــلاً، لأن الجزئيـــات المتسارعة سرعـــان مـــا ستنهض منتشرة عبر الفراغ المتاح. والانتقال هنا من التـــراكم فـــى ركـــن الصندوق إلى حالة الانتشار العشوائى فى فضاء الصندوق يقدم لنا "سهمًا للـــزمن" الذى يساعد فى التمييز بين الماضى والمستقبل. هذا ووجود مثل هذه الانتقالات فى العالم حولنا يعطينا الانطباع بأن الزمن له اتجاه وحيد لصيق به. وعـــودة الـــزمن للوراء. سوف يتعلق إذن بأشياء معينة مثل الانتشار المتسع لجزئيات الغاز المندفعة من أحد أركان الصندوق. هل يعقل مثل هذا الشىء أو يقبل التصديق ؟ هو بالفعل كذلك. وعلى الإنسان بعد وقت معين طويل من البقاء أو الدوام أن يتوقع أن دستة من الجزئيات الغازية المتحركة عشوائيًا ربما تجد نفـــسها عائـــدة لأحـــد أركـــان الصندوق مع بعضها، كصدفة بحتة. وفى الواقع من الممكن البرهنة علـــى ذلـــك رياضيًا. وبأن مثل هذه الحالات متكررة.

وبالطبع إنه أمر يتعلق بحفنة من الجزئيات تعود إلى الخلف، ويختلف تمامًا عن أن الكون بأسره يمكن أن يعكس اتجاه سلوكه. إن الانتظار يحتاج من الأشياء العودة إلى ترتيبها الأول لينمو بسرعة كل عنصر مرتبط بالأمر. وأية غرفة عادية تحتوى على أكثر من تريليون تريليون جزىء من الهواء يمكن أن تستغرق وقتًا أكثر اتساعًا من عمر الأرض لكى تحشد الهواء فى زمن ما بأحد أركان الغرفة، وهكذا ليس هناك ما يدعو للقلق لأن تجد نفسك فجأة غير قادر على التنفس. والذى يعنيه هذا أنه بينما، من حيث المبدأ، يستطيع الكون أن يعود لحالته الماضية، ولنقل عام ١٩٠٠، فسيكون فائق للعادة أو مفرطًا للغاية أن يحدث مثل هذا فى حياة المرء ما لم تكن هناك مؤامرة قائمة داخل بناء الكون بين محتواه المسبق من العناصر.

وبعض الفيزيائيين قد حدسوا بأنه ربما تكون هناك مثل هذه المؤامرة سبق برمجتها داخل الشروط المبدئية لنشأة الكون، والتى قد تجبر كل الكون فى نهاية الأمر إلى العودة للمشارطات الأولى للانفجار الكبير. ونحن ربما لا نعرف ما إذا كانت سائر العناصر فى الكون قد تم برمجتها بمهارة لتجد طريقها للاتجاه العكسى إلى الوراء يومًا ما، منشئة بذلك حالة "ماضى". وإذا كانت هذه الحالة الغريبة أو الشاذة ستحدث، فإنها ستكون مختلفة عن نوع السفر فى الزمن إلى الماضى التى ناقشتها عبر هذا الكتاب وعلى نحو أساسى. عودة الزمن للوراء تعنى إعادة إنشاء الماضى، وليس زيارته. وإذا كان الكون سوف يرجع إلى الوراء فستكون أنشطة الأدمغة البشرية كذلك ولن نرى "فيلم" عودة الكون للخلف، والنجوم تمتص الضوء وتنفث الثقوب السوداء الغازات، لأن عقولنا ومراكز الحس لدينا لن تكون على نفس الممر العكسى أيضًا. وباختصار فإن الحياة فى كون حيث يعود فيه الزمن إلى الوراء سوف لن تختلف عن الحياة فى الكون الذى نحيا فيه ونلحظه الآن.

الخـلاصـــــة

لماذا نتدارس الارتحال فـى الـزمن ؟ لقـد أمَـدَّ الموضـوع قـصّاصى الخيال العلمى بـأرض خـصبة طـوال القـرن الماضـى بمـا أثمـر تكـرارًا متواصلاً فى ذات التيار. كما أسفر عن تحدٍ ممتـد (يتـصف أحيانًـا بالإربـاك) بين الفلاسفة حول طبيعة الزمن، والتناقضات المنطقيـة التـى تبـدو أنهـا تقـع حين الارتحال إلى الماضى. ومع ذلك فقـد قـام العلمـاء المحترفـون بإعطـاء الموضوع لقاحًا أو بذرة وافرة حتى مؤخرًا. والآن يُعتبـر البحـث فـى مجـال الارتحال فى الزمن أنه أصـبح جـزءًا مـن صـناعة التـاريخ فـى مجتمـع الفيزياء. وبعض الناس يرون ذلك مفاجئًا. وقـد رأينـا كيـف لا يـزال الأمـر نوعًا من الوهم أو الخيال الغريـب التَـشَّكُل فـوق الأفكـار المـسرحية البحتـه للشقوق الدودية، والهندسة الكونيـة والتـشكلات الغريبـة أو الحرجـة للمـادة. كيف للعلماء المحترفين أن يقوموا ما ينفقونـه مـن وقـتهم الثمـين وميزانيـات أبحاثهم على مثل هذا الموضوع العبثى أو التافه ؟

بالطبع ليس ثمة إنكـار أنـه نوعًـا مـن المتعـة، وأن بعـض العلمـاء يتعاملون مع الموضوع على أنه مباراة عقليـة. ولكـن هنـاك بـالقطع جانـب جاد فيه:

"اختبار الفكـرة **Thought experiment**" هـو وقـت مـنظّم كجـزء من العمليات العلمية. ويقوم فى أحلام العلماء كـسيناريو يمكـن أن يظهـر فـى وقت ما على أنه شيء مدهش لدرجة دفـع النظريـات الـسائدة إلـى حـدودها الخارجية القصوى. والغرض من القيام بهـذا هـو هجـر أو التخلـى عـن أى تدفق منطقى أو غيـر متماسـك فـى النظريـة. واختبـار الفكـرة ذاك مكّـن

جاليليو من استنتاج "قانون سقوط الأجسام" بالتسبيب المحض وحده. كما أدّى بأينشتاين لتصحيح تنبؤه عن تأثير تدفق الزمن.

وفى ثلاثينيات القرن الماضى لعب "اختبار الفكرة" دورًا مهمًا فى مجال متناقضة "القطة" الشهيرة لشرودنجر **Schrödinger** وكتصحيح لمعنى ميكانيكا الكم. وفى حقيقة الأمر، فإن التقدم فى مجال التقنية قد مكن "اختبار الفكرة" ليصبح حاليًا معروفًا أو مشهورًا كالتجارب الحقيقية.

وفقط لأن الارتحال فى الزمن يبدو مشكوكًا فيه، أو حتى مستحيلاً، على الأقل فيما نعرفه اليوم، فإن هذا لا يعنى أنه يمكننا تجاهل تطبيقاته. وربما تكتشف وسائل أسهل لصنع آلة زمن لا تتطلب مهارة حضارة أكثر تقدمًا منا. ولكن نفس إمكانية زيارة الماضى أو إطلاق إشارة إليها، تقدم تحديًا حاليًا لفهمنا للفيزياء سواء أصبح الارتحال فى الزمن أو لم يصبح غرضًا أو اقتراحًا عمليًا. وتوافق البحوث على أن أية محاولة لصنع آلة زمن سوف تؤدى قطعيًا إلى فراغ كمى درامى، وهى النتائج التى لا يمكن اكتشافها بالكامل بدون وجود نظرية للجاذبية الكمية موثوق بها ومنذ أصبح إنجاز مثل هذه النظرية من الأولويات العظمى لدى الفيزيائيين النظريين، فقد أصبحت معها دراسة حلقات الزمن، وتسليط الضوء على البناء السببى العميق للكون، من الأمور العاجلة.

وجزء من روعة الارتحال فى الزمن يتعلق بالتناقض الشديد والقوى الذى يهدد الأمر فور السفر للماضى وكيف أنه مأخوذ بعين الاعتبار. هذا والغرض من العلم يتمثل فى إمدادنا بصورة متماسكة للحقيقة، وهكذا فلو أن نظرية علمية أثمرت تناقضًا حقيقيًا (أكثر من مجرد تضادها مع الحدس) فى تنبؤاتها، فسوف يكون هذا سببًا كافيًا. لرفض النظرية. وكما رأينا فإن الارتحال فى الزمن يطفح بالتناقضات. والآن تختلف الآراء وبشكل واضح فى كيفية التعامل معه. وربما يمكن جعل الحلقات أو القفزات السببية ذاتية التماسك. وربما تشتمل الحقيقة على أكوان متعددة، أو ربما يحتاج وصفنا للطبيعة ككل إلى المراجعة على نحو جذرى. ومن

الناحية الأخرى فربما لا يكون هناك طريق آخر لتجنب الطبيعة التناقضية للارتحال فى الزمن، وأن نكون مضطرين للتصريح أو الإعلان مع هوكنج بحدس الحماية التى يوفرها التسلسل الزمنى، وبالتالى نبذ كل النظريات التى تسمح بالسفر إلى الماضى.

... ومعظم المحاولات الحالية لإمدادنا بوصف كمى للجاذبية تتشكل مع البيئة أو المحيط المتسع للنظرية الكاملة لتوحيد قوى الطبيعة، التى تتضام فيها أو تختلط بشكل كامل كل عناصر الطبيعة وقواها، إلى جوار المكان والزمان، فى نظام رياضى واحد ومما يأخذ شكل "الموضه" لمثل هذه الأفكار : نظرية "كل شيء" ونظرية "الأوتار الكونية العظمى"، والمشروع الأقرب للفهم فيها يعرف على نحو غامض بـ "نظرية م" **M-theory**.

هذا ومن المدهش التفكير بأن الحماية التى يوفرها التسلسل الزمنى يمكنها أن تكون مبدءًا عالميًا للطبيعة متكافئًا مثلاً مع القانون الثانى للديناميكا الحرارية. ونحن ربما نصنف أو نؤلف قائمة من التابوهات الكونية:

ليس ثمة آلات زمن !

وليس ثمة آلات للحركة الأبدية !

وليس ثمة "متفردات" عارية !

.... إلخ.

واستخدام هذه القائمة كفلتر أو مرشح للنظريات الفيزيائية بحيث يمكن رفض أية نظرية لا تحترم هذه المحرّمات "التابوهات"، وهذا سيكون بمثابة طريقة ممتازة لغربلة النظريات المتنافسة. وإذا ما كانت القائمة طويلة كفاية، فلربما يحدث أن نظرية واحدة مثل "نظرية كل شيء" يمكنها أن تجتاز الغربلة، وربما نعرف وقتئذ الإجابة على السؤال العلمى المطلق: لماذا هذا الكون بالذات دونًا عن غيره ؟



المـــــراجـــــــع

Page 137

> Bibliography

> **Non-fiction** الكتب العلمية

Al-Khalali, Jim, *Black Holes, Wormholes & Time Machines,* Institute of Physics Publishing, Bristol, 1999. A good, clear introduction to relativity, cosmology and gravitation, with a large section on time travel.

Berry, Adrian, *The Iron Sun,* Jonathan Cape, 1977. An early Speculation about crossing the universe using a black hole/ wormhole.

Davies, Pual. *About Time,* Penguin, London, 1995. An in-depth survey of the subject of time in its many aspects.

Deutsch, David. *The Fabric of Reality,* Penguin, London, 1997. An exposition of the many-universes

interpretation of quantum mechanics, including its relevance for time travel (*).

Gott III, J. Richard. *Time Travel in Einstein's Universe,* Houghton Mifflin, Boston, 2001. A Good technical Summary of time travel, with special emphasis on the cosmic strings model.

Greene, Brian. *The Elegant Universe,* Norton, New York, 1999. A lucid account of recent attempts to unify the fundamental forces and particles of nature.

Novikov, Igor D. *The River of Time,* Cambridge University Press, Cambridge, 1998. A very readable account of relativity. Includes a section on time travel.

Nahin, Pual J. *Time Machines,* AIP Press, New York, 1993. A Fascinating Survey of time travel in fiction and non-fiction. Many references.

Pickover, Clifford. *Time: a traveller's guide,* Oxford University Press, Oxford, 1999. A readable survey.

Thorne, Kip S. *Black Holes & Timewarps,* Norton, New York, 1994. An extensive, detailed account of the general theory of relativity, black holes and wormholes by one of the key players. Many

(*) قمت بترجمته إلى العربية وبمراجعة وتقديم لنفس المراجع :
أ.د.عادل أبو المجد – وهو حاليا من الإصدارات تحت الطبع للمركز القومى للترجمة بعنوان نسيج الحقيقة (المترجم).

references to the original literature.

Wheeler, John A. *A Journey into Gravity and Spacetime,* Scientific American Library, New York, 1990. From the man who coined the terms "black hole", "Wormhole", "Spacetime foam" and much else.

Will, Clifford, *Was Einstein Right ?,* Basic Books, New York, 1986. An excellent Introduction to the theory of relativity and experimental tests thereof.

> **Fiction كتب الخيال**

Benford, Gregory. *Timescape,* Spectra, New York, 1996, reisure. Written by a professional physicist, this award-winning science-fiction story includes this author as a character !

Benford, Gregory. *Cosm,*Orbit, London, 1998. A hard sci-fi story about the creation of a baby universe in the laboratory, Initiated by a heavy-ion collision at the Brookhaven National Laboratory.

Bradbury, Ray. "A sound of thunder", in: *The Stories of Ray Bradbury,* Alfred A. Knopf, New York, 1980. Short story illustrating how the future depends delicately on small details of past states.

Crichton, Michael. *Timeline,* Random House, New York, 1999. Drawing upon ideas of quantum wormholes, Crichton weaves an actionpacked time travel drama,

with an attempt at a self-consistent history.

Sagan, Carl. *Contact,* Simon & Schuster, New York, 1985. The novel that launched time travel as a serious topic.

Wells, H. G. *The Time Machine and Other Stories,* Penguin, London, 1946. The classic, founding story by the master himself.

> **Technical** (كتب الوسيلة (التقنية

Gödel, K. "An example of a new type of cosmological solution of Einstein's field equations of gravitation", *Reviews of Modern Physics,* 21 (1949), 447.

Hawking, S. W. "The chronology protection conjecture", *Physical Review D.* 46, (1992) 603.

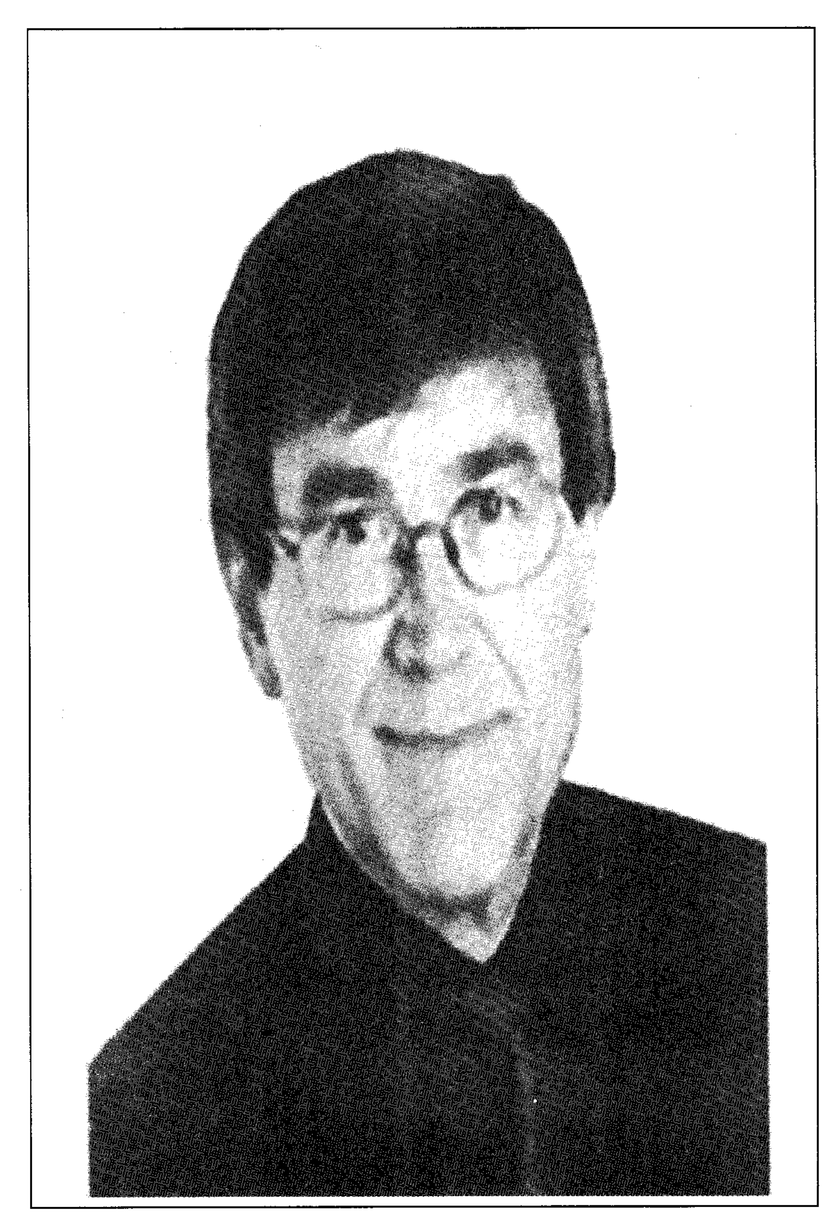
Morris, M. S. and Thorne, K. S. "Wormholes in spacetime and their use for interstellar travel: a tool for teaching general relativity", *American Journal of Physics,* 56 (1988), 395.

Roman, T. A. "Inflating Lorentzian Wormholes', *Physical Review D,* 47, (1993) 1370.

Tippler, F. J. "Rotating Cylinders and the possibility of global causality violation", *Physical Review D,* 9 (1974), 2203.

Visser, Matt. *Lorentzian Wormholes from Einstein to*

Hawking, AIP Press, New York, 1995.



تعريف موجز بالأسماء والموضوعات(*) :

أ- الأسماء "مرتبة وفقاً للألفبائية الإنجليزية:

ألبرت أينشتين Albert Einstein:

- (١٨٧٩-١٩٥٥)
- فيزيائى أمريكى، ألمانى المولد يعرف بتطويره للنظريتين الخاصة ثم العامة عن النسبية، والتكافؤ بين الكتلة والطاقة، والنظرية الفوتونية للضوء، كما حصل على جائزة نوبل عام ١٩٢١ عن القانون "الكهروضوئى" وأعماله النظرية فى الفيزياء.
- لم تبرز شهرته إلا فى عام ١٩١٩ عندما أُعلن أنه قد تم التحقق من تنبؤات نظريته العامة للنسبية والتى كانت من بين أربعة أو خمسة بحوث طبعها ونشرها عام ١٩٠٥ ولم يكن بعد جاوز مرحلة الدراسات العليا، واحتوى كل منها على كشف ضخم فى عالم الفيزياء.
- من بين ما يعرف عنه أن كان من أبرز الموقعين مع العالم الإيطالى إنريكوفيرمى عن خطورة إمكانية سبق العلماء الألمان لحقيقة الإنشطار النووى، مما نتج عنه اقتناع الرئيس الأمريكى روزفلت بإنشاء مشروع مانهاتن لتطوير القنبلة الذرية، والذى كان وراء السبق الأمريكى فى هذا المجال.

أندرو هوايت Dr. Andrew White:

- محاضر رئيسى فى الرياضيات بمدرسة الرياضيات وعلوم الكمبيوتر بجامعة هيريوت - وات فى ريكارتون بأدنبره.
- يُعرف باهتماماته البحثية فى "تأهيل الديناميات" و "تخطيط نظم المحاكاه وتجسيمها".

(*) معظم المعلومات الواردة هنا وفى ثنايا الكتاب (بتوقيع المترجم) مستقاة من دائرة المعارف البريطانية والمعاجم الفلسفية والعلمية والطبية والعامة وشبكة المعلومات الكمبيوترية "النت". (المترجم).

كارل ساجان Carl Sagan:

- (١٩٣٤-١٩٩٦)
- فلكى أمريكى قدم لنا نظرة لها قيمتها إزاء فهم أصل الحياة فى بيئة الأرض البدائية حين أعلن عن إنتاج الحامض الأمينى فى خليط الميثان والأمونيا والمياه وغاز سلفات الهيدروجين المعالج بالطاقة المشعة عبر موجات طويلة من إشعاعات فوق بنفسجية المصدر.
- أدار مع آخرين "جيمس بولاك" و "ريتشارد جولدشتين" دراسات عن الرادار أظهرت أن ثمة سلسلة من الجبال والمرتفعات فوق كوكب المريخ، وأن ثمة خواص معينة وملحوظة تتكون على كوكب الزهرة فى مستوى حرارى يصل إلى ٤٥٠ درجة مئوية.
- قام بإنتاج والتعليق على مسلسل تليفزيونى باسم "الكون" عام ١٩٨٠.
- من مؤلفاته "الغلاف الجوى وكوكب الزهرة" و "الاكتشافات الكوكبية" و "كوكب التنين فى جنة عدن" و "مشاهد من ثورة الذكاء الإنسانى" و "مشاهد لرومانسية العلم" و "اتصال" وهذا الأخير تحول لفيلم سينمائى هوليودى بنفس الاسم عن آلة الزمن كنوع من الخيال العلمى.

دافيد ل. ويلتشير Dr David L. Wiltshire:

- فيزيائى نيوزيلندى.
- محاضر رئيسى فى الفيزياء، يهتم فى أبحاثه بموضوعات النسبية العامة والجاذبية الكمية، والكونيات.
- أتمَّ دراسته الجامعية فى الفيزياء والرياضيات بجامعة كانتربرى بنيوزيلندا عام ١٩٨٣، وحصل على الدكتوراه فى موضوع: "النماذج الفعالة للجاذبية فى ظل الأبعاد الكبيرة **Effective Models of Gravity in Higher Dimention** من جامعة كمبريدج.

- عمل لمدة تزيد عن عشر سنوات ضمن مجموعة يرأسها بول دافيز تسمى مجموعة الفيزياء الرياضية بجامعة أديليد **Adelaide** بأستراليا، ثم عاد عام ٢٠٠١ لجامعته الأصلية "كانتربرى" كمحاضر فى ميكانيكا الكم، والدنياميكا المتقدمة، وفيزياء الكمبيوتر، والفروق الهندسية والنسبية، والكونيات.

فرانك تبلر Frank Tipler:

- فيزيائى أمريكى، ويعمل أستاذًا للرياضيات بجامعة تولان **Tulane** بولاية نيو أورليانز.
- يعد من أكبر المناصرين للمبدأ الأنثروبولوجى فى أقصى تشكلاته، كما أنه عضو بالجمعية الدولية لـ "التعقيد والمعلوماتية والتصميم"، كما شارك مع جون د. بورو **John D. Borrow** فى تأليف كتابهما "المبدأ الأنثروبولوجى الكونى"، كما تم تصنيف كتابه "فيزياء الخلود" **The Phisics of Immorality** على أنه الكتاب الأكثر مبيعًا وقت ظهوره.
- ومبدأ الأنثروبولوجى **Anthropic Principible** تنحدر تسميته من الكلمة اليونانية **anthropos** وتعنى الإنسان والأصل **morphe** وتعنى شكل **form** وقد تأسس هذا العلم كفرع يركز على الإنسان من حيث أصوله وتنوعاته الثقافية والشكلية واللونية... إلخ. وكذا تنوع أنشطته، وتطور هذا العلم على أيدى علماء أبرزهم دارون ومندل ولامبروزو وغيرهم وهكذا أصبح شائعًا الحديث عن المبدأ الأنثروبولوجى أى عالم الأحياء الذى يحكمه ويسيطر عليه الإنسان.

جاليليو جاليليه Galileo Galilei:

- (١٥٦٤-١٦٤٢)

- فيزيائى وفلكى ورياضى إيطالى قام بعدة إسهامات للعلم الحديث كأول مستخدم للتلسكوب (الذى صنعه بنفسه) فى دراسة ما يجرى فى الفضاء والوصول إلى أدلة دوران الأرض حول الشمس مخالفاً لما كان سائدًا آنذاك والذى يتناسب مع المفهوم الدينى وقتئذ باعتبار الأرض مركز الكون وأن سائر الكواكب ومن بينها الشمس (النظام البطليموسى لمركزية الأرض) وكأنه بهذا الكشف قد قلب الموازين رأسًا على عقب، مما أدى لمثوله أمام محاكم التفتيش بتهمة الهرطقة وإجباره على الاعتراف بهجره لأفكاره، وبالتالى تخفيف الحكم عليه إلى البقاء فى منزله الثمانى سنوات الأخيرة من عمره، والتى قضاها مستمرًا فى أبحاثه (كتابه عن ذلك بعنوان "نظام الكون" حول النظرية البطلمية والكوبرنيقية).

- يعتبر مؤسسًا للميكانيكا الحديثة والفيزياء التجريبية بسبب جمعه بين التحليل الرياضى والتجريب العلمى، وبحوثه الطليعية عن الجاذبية الحركية لدرجة أنه عَرَّض المبادئ التى شملها أول قانونين عن الحركة بمعرفة نيوتن " لموقف حرج على الأقل من حيث الشكل".

- من أهم إنجازاته فضلاً عما سبق إعادة تأسيس علاقات رياضية ضد المنطق الصورى لأرسطو (عبارته الشهيرة فى ذلك: كتاب الطبيعة مكتوب بشكل رياضى) – ذلك إلى جانب ملاحظاته الفلكية العديدة، وتوازن الموانع وغيرها(*).

(*) ومما يذكر هنا أن البابا قبل الحالى حث الرئيسى الأمريكى بوش على عدم دعم الأبحاث الجارية حول "الخلايا الجذعية" التى ستمثل فى منتهاها انقلابًا طبيًا، وذلك بدعوى أنها من عمل الشيطان، وهو نفس ما ووجه به جاليليو أمام محاكم التفتيش. "المترجم".

جيرارد ميلبورن Gerard Milburn

- يعمل حاليًا أستاذًا بجامعة كوينزلاند **University of Gueensland** ونائبًا لمدير مركز تقنية الكمبيوتر الكمي (**CQCT**) ومدير برامج نظرية المعلومات بذات المركز، وأيضًا زميل بمجلس الأبحاث الفيدرالي الأسترالي، وزميل بالجمعية الفيزيائية الأمريكية.
- عمل في مجالات البصريات الكمية، والقياسات الكمية وعمليات التشوش، والبصريات الذرية، والهيولى الكمى، والأليكترونات الميكروسكوبية ومؤخرًا جدًا عمل على المعلومات الكمية، والحوسبة الكمبيوترية الكمية.
- وله أكثر من مائتى بحث منشور بالمجلات العالمية المحكمة وأكثر من ٦٠٠٠ تنويه يُشير بتفوقه.
- كتب وشارك في تأليف عدة كتب من بينها اثنان سعيا إلى شرح وتفسير الظاهرة الكمية للقارئ العام.

هيو إيفريت Hugh Everett:

- اقترح عام ١٩٥٧ أنه عند قياس نظام ما، وعندما تكون الدالة الموجبة وقتئذ خليط من حالات متعددة، فإن التماثلات الكونية المتعددة سواء أكانت متفاعلة أو غير متفاعلة مع بعضها البعض، تجعل نتائج القياس تحدث ولكن في كون آخر.

هيربرت جورج ويلز Herbert George Wells (H.G. Wells):

- (١٨٦٦-١٩٤٦)
- كاتب إنجليزى وروائى مرموق وصحفى ومؤرخ، وتحققت شـهرته بـسبب روايات الخيال العلمى التى أبـدعها وأبرزهـا "آلـة الـزمن **The Time Machine**" و "الرجل الخفى **The Invisible Man**" و "أول الرجال فوق القمر **The First Men on the Moon**" و "جزيرة الدكتور مورو **The Island of Doctor Moreau**"، هذا بخلاف إبداعه فى مجالات مختلفـة مثل الروايات التى لا تصنف خيالاً علميًا، والتاريخ، وميدان الاجتماعيات.
- يعرف أيضًا كمتحـدث مـؤمن بالاشـتراكية الفابيـة، كمـا تـأثر كثيـرًا بنظرية دارون المتعلقة بأصل الأنواع والنشوء والارتقـاء، وبعديـد غيـره من الفلاسفة.
- عمل لفترة من حياته كمدرس فى المرحلة الثانويـة، وحـصل علـى منحـة دراسية ساندته فى الالتحاق بالمرحلـة الجامعيـة فـى مجـال البيولوجيـا والفيزياء إلا أن مادة الجيولوجيـا عطلتـه عـن الحـصول علـى الدرجـة العلمية حتى عام ١٨٩٠ والتى حصل عليها فى "علم الحيوان".

جورج زكيرس George Szekeres:

- (١٩١١-٢٠٠٥)
- رياضى مجرى أسترالى، ولـد فـى بودابـست، وحـصل علـى درجتـه العلمية منها، ولأنه من أسـرة يهوديـة فقـد هربـت مـن النـازى حيـث حصل على وظيفة فى الصين التى عـاش فيهـا طـوال الحـرب العالميـة الثانية التى نجدته بعـدها وظيفـة أخـرى بجامعـة أديليـد بأسـتراليا ثـم بسيدنى العاصمة.

- عمل كثيرًا بالقرب من الرياضـــيين المبــرزين خـــلال مواقعــه الجامعيـــة سواء بجامعة أديليد أو جامعة نيوثوث ويلز بسيدنى.
- وثمة طرافة علمية تحكـــى عنـــه مؤداهـــا، أنـــه كـــان يلتقـــى بعـــدد مـــن الرياضيين وبعض تلامذته ببودابست لمناقـــشة مفتوحـــة فـــى الرياضـــيات، وفى إحـــدى المـــرات طرحـــت الرياضـــية المعروفـــة "إيـــستر **Esther**" معضلة إنه عند وجود خمس نقاط فـــى أمـــاكن عامـــة بطـــائرة مـــا، فـــإن أربع منها سيشكلون محدب رباعى الأضـــلاع، وراحـــت تبـــرهن مقولتهـــا لكن جورج وزميلـــه الرياضـــى الـــشهير "بـــول إيـــردوس **Paul Erdos**" كتبا معًا بحثًا عُمّم به هذا البرهان وأصبح أحد أساســـيات الهندســـة، وبعـــد ذلـــك أســـماه الأخيـــر، المعـــضلة ذات النهايـــة الـــسعيدة **The Happy Ending Problem**" وكان السبب أن "جـــورج" و "إيـــستر" تزوجـــا بعـــد ذلك، والغريب أنهما توفيا فى يوم واحد بفارق نصف ساعة فقط.

هندريك كازيمير **Hendrik Brugt Gerhard Casimir**:

- (١٩٠٩-٢٠٠٠)
- فيزيائى هولندى يعرف ببحثه مع زميل له "س. ج. جورتر **G. J. Gorter**" فى مجال النموذج الثنائى للسوائل كموصل للحرارة والكهرباء والصوت عام ١٩٣٤، وكذا ما أصبح يوسم باسمه "ظاهرة كازيمير **Casimir effect**" مع زميل له آخر هو "د. بولدر **D. Polder**" عام ١٩٦٤.
- على الرغم من قضائه معظم حياته المهنية فى مجال الصناعة، فقد أصبح من أشهر الفيزيائيين النظريين الهولنديين، إذ إنه بعد حصوله على الدكتوراه مـــن جامعة ليدن عام ١٩٣١ والتى كانت تتعلق بالحركة المغزلية لجـــسم صـــلب وعلاقة ذلك بالجزئيات المتعاقبة، تتابعت بحوثه ومـــساهماته فـــى مجـــالات الرياضة البحتة، والمجموعات الكاذبة، وحسابات جزئيات اللحظات الرباعية،

ودرجات الحرارة المنخفضة، والجاذبية، والديناميكا الحرارية للموصلات الفائقة، والتطبيقات على نظرية ظاهرة عدم الانعكاس.

- فضلاً عن مساعدته في تأسيس "الجمعية الأوربية للفيزياء"، وتلقيه العديد من الجوائز العلمية ذات الشأن.

إسحق نيوتن Isaac Newton:

- (١٦٤٢-١٧٢٧)
- عالم ورياضي إنجليزي يعتبر الأشهر على مستوى العالم منذ وقت رحيل جاليليو.
- فضلاً عن قانون الجاذبية، تتركز إنجازاته في الرياضيات وعلوم البصر والفيزياء، وهي الإنجازات التي مهدت الطريق للعلم الحديث وفجرت الثورة العلمية.
- تلقى علومه في كلية ترينتي وجامعة كمبريدچ التي عاش فيها من عام ١٦٦١ إلى العام ١٦٩٦، وقدم أثناءها معظم أعماله كاكتشاف طريقة لحساب الأعداد الصحيحة، وبالاشتراك مع ليبنز قدما حساب "التفاضل" فضلاً عن عثوره على صيغة للبحث عن سرعة الضوء والغاز وهي الصيغة التي صححها لابلانس" من بعده.
- تعتبر قوانينه حاليًا من كلاسيكيات العلم، وإن استمر العمل بها حتى اليوم على الأقل بالنسبة للأجسام الكبيرة، أما على المستوى الذرى ودون الذرى كالجزيئات وما شابه فقد تسيدت بشأنها نظرية ميكانيكا الكم ومبدأ اللا يقين.

جون هويلر John Weeler:

- (ولد عام ١٩١١)
- فيزيائى أمريكى وأول أمريكى له دخل بتطوير نظرية القنبلة الذرية كما أعد نوعًا من الاقتراب الجدى لنظرية توحيد القوى الكبرى المسيطرة على الكون "نظرية كل شيء".
- حصل على الدكتوراه عام ١٩٣٣، كما شارك العالم نيلز بوهر، وكتب معه أطروحة "ميكانيزم الانشطار النووى، التى قدم فيها اليورانيوم ٢٣٥ لاستخدامه فى تطوير القنبلة الذرية، كما ساهم أيضًا فيما بين عامىْ ٤٩-١٩٥١ فى تطوير القنبلة الهيدروجينية بلوس ألاموس.
- فى عام ١٩٦٨ منحته المؤسسة الأمريكية للطاقة النووية جائزة فيرمى فى مجال الانشطار الذرى، كما حصل على الجائزة الذهبية العالية لنيلز بوهر عام ١٩٨٢م.
- من مؤلفاته "نظرية الجاذبية والانهيار الجاذبى" و "رؤية أينشتاين" و "الجاذبية" (مع آخر) و "حدود الزمن" و "نظرية الكم والقياس (مع آخر)".

جون ريتشارد جوت الثالث John Richard Gott III:

- يعمل أستاذاً لعلم الفيزياء الفلكية بجامعة برنسيتون **Princeton** ويُعرف بشكل خاص بتطويره ومناصرته لنظريتين كونيتين (لهما طعم الخيال العلمى) هما: السفر فى الزمن، وجدلية يوم الدينونه.
- أشار إليه بول ديفيز مؤلف الكتاب الحالى (الأكثر مبيعًا) فيما يخص اقتراحه بشأن استخدام الأوتار الكونية فى بناء آلة زمن وذلك على النحو المشروح عبر الكتاب، وكذا اقتراحه المتعلق بـ "مرآة الزمن" والتى يرى أن موقعها سيكون مجاورًا لبقعة أو ثقب أسود يبعد عن

الأرض لمئات أو أكثر من السنوات الضوئية، والتي ستعمل كجامعة للضوء والتي ستشوه أشعة الضوء وتحنيه، وهذا التجميع سوف يكشف الزمن الماضي (المتأخِّر) مفصلاً في صور أصلها أرضي.

- أما بالنسبة ليوم الدينونه فقد استخدم بشأنه طريقة كوبرنيقوس كمبدأ يتيح بقاء البشرية إلى حوالي من ٥,١ إلى ٧,٨ ملايين السنين، وهو ما كان اقترحه قبله **Brandon Carter** لكن بحثه في الأمر كان مستقلاً، وقد تعرض بسبب هذا لهجمات فلسفية عديدة، هذا وبرغم نسبته كمواطن إلى الكنيسة البروتستانتية المشيخية فإن له قدرة فَذَّة في التفرقة بين ما هو فيزيائي وما هو بعد فيزيائي.

كيرت جودل Kurt Gödel:

- (١٩٠٦-١٩٧٨)
- رياضي ومنطقي أمريكي نمساوي المولد، وهو صاحب برهان جودل الموسوم باسمه والذي أصبح من أشهر البراهين الرياضية في القرن الـ ٢٠ بأسره وتستمر المناقشات حوله حتى اليوم، والقائل بأنه مع أي نظام منطق رياضي صارم لا يمكن البرهنة على أسئلة أو فرضيات معينة على أساس من البديهيات التي تدخل في النظام، وبالتالي يصبح من غير الثابت أن البديهيات الأساسية أو القاعدية للحساب سوف لن تسمح بظهور التناقضات.
- ظهر هذا البرهان عام ١٩٣١ في مقال "حول اقتراحات عدم التحديد كمبدأ شكلاني" ضمن كتاب "مبادئ الرياضيات" للرياضيين الأشهرين برتراند رسل وهوايتهد، وهي المقالة التي أنهت قرناً في المحاولة لتأسيس بديهيات يمكنها أن تعطي قاعدة صارمة لكل الرياضيات أو معظمها تقريبًا، والتي بعده أصبحت من الكلاسيكيات بالنسبة للرياضة الحديثة، أي بعد المحاولة الناجحة التي قدمها جودل والتي أصبحت من المبادئ الرياضية.

كينجزلى أميس Sir Kingsley William Amis:

- (١٩٢٢-١٩٩٥)
- روائى إنجليزى وشاعر وناقد ومُعلِّم وكتب أكثر من عشرين رواية وثلاثة مجموعات شعرية، كما كتب القصة القصيرة وعدة نصوص إذاعية وتليفزيونية وكتبًا عن النقد الأدبى الاجتماعى.
- فى العام ١٩٤٧ أنهى درجته العلمية الجامعية فى اللغة الإنجليزية بترتيب الأول على دفعته وقرر بعدها أن يهب وقته للكتابة، وإن أصبح محاضرًا فى اللغة الإنجليزية بجامعة ويلزسوانسى **Swansea Wales** الفترة من (١٩٤٨-١٩٦١).
- حقق شهرته منذ روايته الأولى "جيم المحظوظ" **Lucky Jim** التى اعتبرها الكثيرون تحذيرية وتضم بذور التطور المتوقع فى خمسينيات القرن الماضى، كما كانت سابقة فى زمنها عن جيل جديد من الكتاب ظهر فيما بعد.
- من أهم ما وُجِّه إليه من نقد هو ما أشار إليه ريتشارد برادفورد **Ritchard Bradford** من أنه لم يخترع روايته وإنما قص ما يعرفه سواء ما يتعلق بحياته هو أو من هم بالقرب منه، وهو نقد صحيح على وجه العموم.
- اهتمامه النقدى بروايات الخيال العلمى أدى إلى تأليفه واحدة بعنوان "خرائط جديدة لجهنم" **New Maps of Hell** صاغ فيها تعبير "جهنم المضحكة" **Comic inferno**. كما كانت له محاولات فى روايات "جيمس بوند" ذلك الجاسوس الذى ابتكره الكاتب أيان فليمنج"**Ian Fleming** فضلاً عن محاولات فى إتمام مخطوطة روايته الأخيرة بعد موته بطلب من الناشرين وإن لم ينجح تمامًا فى ذلك.

كيب ستيفين ثورن Kip Stephen Thorne:

- مولـــود بلوجـــان **Logan** بولايـــة أوتـــاه **Utah** الأمريكيـــة فـــى ينـــاير ١٩٤٠.

- فيزيائى أمريكى، انجذب للعلم منذ الثامنة من عمره وبعد حضوره محاضـــرة عن النظام الشمسى (والداه أستاذان بجامعة الولاية)، شارك والدته د. أليسون **Alison** فى حسابات نموذجهما للنظام الشمسى.

- حصل على الدكتوراه عام ١٩٦٥ (أى عندما كان سنه ٢٥ سنة) وكانت حول: الديناميكا الهندسية للأنظمة الأسطوانية.

- معروف بقدرته الخلاقة على نقل الإثارة مقرونة بالمعرفة فيما يتعلق بالجاذبية والفيزياء الفلكية سواء كان مستمعيه من الأساتذة أو الطلاب، وأيضًا يعـــرف بالأسئلة التى سيجد القرن ٢١ نفسه مطالبًا بالإجابة عليها مثل:

  - هل هناك جانب مظلم للكون، وهى التى صارت شائعة باسم "البقع السوداء" الجاذبة ؟
  - هل سنشاهد ميلاد كـــون جديـــد وجانبـــه المظلـــم مـــستخدمًا الأشـــعة المسماه "موجات الجاذبية ؟".
  - هل ستكشف تقنية القرن ٢١ سلوكًا كميًا فى مجال الأجسام المشابهة كحجم الإنسان ؟

- تركَّزت بحوثه أساسًا على الفيزياء الفلكية النسبية وفيزياء الجاذبية وبتركيـــز أكثر على النجوم النسبية، والثقوب السوداء، والموجات الجاذبة، ويشتهر بـــين العامة بسبب نظريته المعاصرة بشأن الشقوق الدودية وإمكانية فهم استخدامها كوسيلة للسفر فى الزمن، فضلاً عن مساهمته المركزية فى مجـــال الطبيعـــة العامة للفضاء والزمن، والجاذبية التى تكاد تسع كافة موضـــوعات النـــسبية العامة.

كارل شوارزتشيلد Karl Schwarzchild:

- (١٨٧٣-١٩١٦)
- فيزيائى ألمانى شهير، كان يلقب بأبى الفيزياء الفلكية.
- مما يذكر عنه أنه كان أشبه بالطفل المعجزة، حيث ظهر له وهو لم يتعد بعد السادسة عشر من العمر، بحثًا منشورًا عن "المدارات الفلكية"، كما أصبح فيما بعد والدًا للفلكى الشهير "مارتن".
- حصل على درجة الدكتوراه عام ١٨٩٦ عن نظريات بوانكاريه وفى السنة التالية عمل مساعدًا لرئيس مرصد فى فيينا حيث طور طريقه لحساب الكثافة البصرية لمادة يجرى تصويرها وهى الطريقة التى أصبحت معروفة باسمه.
- فى أثناء عمله بالجيش على الجبهة الشرقية فى روسيا عام ١٩١٦ كتب ثلاثة بحوث اثنان منهما عن النسبية والثالث عن ميكانيكا الكم، وكان عمله ذلك فى مجال النسبية قد أثمر أول حل صحيح لمعادلة أينشتاين فى النسبية العامة والذى أيده أينشتاين.
- كما أرسى اثنين من خواص الثقوب السوداء حملتا اسمه هما "القياس المترى" و "نصف القطر للأفق لثقب أسود غير متعاقب".

لى سمولن Lee Smolin:

- (ولد عام ١٩٥٥ بنيويورك)
- فيزيائى أمريكى نظرى وباحث، حصل على الدكتوراه من هارفارد.
- من أكثر ما يعرف به هو استنباطه طرقًا مختلفة للجاذبية الكمية وبصفة خاصة حلقات الجاذبية الكمية، كما يعد من المناصرين للاقترابين الأوليين للجاذبية الكمية: حلقة الجاذبية الكمية، ونظرية الأوتار، هذا وتتركز بحوثه

أيضًا فضلاً عن ذلك فى مجالات الكونيات، ونظرية العناصر الأولية، وتأسيس ميكانيكا الكم، والبيولوجيا النظرية.

- من بين أهم مقترحاته: نظرية تتعلق بـ "الكون المثمر" والمعروفة أيضًا بـ "الاختيار الطبيعى الكونى" التى حاولت أن توظف مبادئ البيولوجيا فى الكونيّات، مقترحًا أن الكون نشأ أو ظهر لخدمة البقع أو الثقوب السوداء.
- من كتبه: "حياة الكون **The Life of the Cosmos**" عام ١٩٩٩، "ثلاث طرق للجاذبية الكمية **Three Roads to Quantum Gravity**" عام ٢٠٠١، و "المشكلة مع الفيزياء: نشأة نظرية الأوتار وسقوط العلم وما الذى يأتى بعد ذلك **The Trouble with Physics**" عام ٢٠٠٦.

لودفيج فلام Ludwig Flame:

- ولد لأسرة نمساوية وعمل منذ ١٩٢٢ حتى تقاعد فى ١٩٦٥ كأستاذ منهجى دقيق فى جامعة فيينا التقنية للفيزياء، وفى الفترة من ٢٩ إلى ١٩٣١ كان مديرًا للجامعة، وحصل على جائزة شرودنجر عام ١٩٦٣ على مجمل أعماله، كما أصبح ابنه "ديتير" **Dieter** منذ عام ١٩٧٣ أستاذًا للفيزياء النظرية بنفس الجامعة.
- تعددت مساهماته فى الفيزياء النظرية بدءًا من البحث فى سمات الاحتراق فى المجال الجاذبى حتى إلى ميكانيكا موجات شرودنجر.
- رغم عدم استعماله لمصطلح "الشق الدودى" الذى لم يكن ظهر بعد فقد اعتبر عمله فى هذا المجال هو الذى أدى إلى نفق إلى الشق الدودى والذى وصف بعد ذلك (١٩٣٥) بمعرفة أينشتاين وناثان روزن وأطلق عليه قنطرة أينشتاين – روزن.
- ورغم أنها مجرد معادلات فى عمل نظرى فلا يعنى هذا بعد أن ثمة أدلة فعلية على حقيقة وجودها.

ماكس بلانك Max Planc:

- (١٨٥٨-١٩٤٧)
- فيزيائى نظرى ألمانى، وهو الذى وضع أول لبنة فى نظرية ميكانيكا الكم والتى حصل من أجلها على جائزة نوبل فى الفيزياء عام ١٩١٨.
- فضلا عن عشقه للموسيقى، وكان موضوع الدكتوراه الخاصة به عن القانون الثانى للديناميكا الحرارية وهو مايدخل فى إطار الفيزياء البحته .
- فى عام ١٩٠٠ أعدّ النظرية الرياضية الصحيحة لوصف الإشعاع الحرارى من جسم أسود يقوم بعملية استيعاب ما، موضحًا أن هذا التَشَكُّل الذى يستلزم عمليات غير متواصلة من القذف والاستيعاب تتطلّب بدورها كميّات غير مترابطة من الطاقة – وهذا ما أهله لنوعين من الاكتشافات:

١. ثابت بلانك الفيزيائى والأساسى فى ميكانيكا الكم، والذى يصف سلوك العناصر والموجات على المستوى الذرى متضمناً عنصر الضوء، وتتمثل أبعاده فى ناتج ضرب الطاقة فى الزمن وتقدّر وحدته بـ: ٦,٦ × ١٠^-٣٤ ثانية.
٢. قانون بلانك للإشعاع والقائل بأن مصادر الإشعاعات تكون من ذرات فى حالة من التذبذب، وأن طاقة كل ذبذبة منها تحدِّد تردد الموجات الكهرومغناطيسية التى تشعّها.

ميشيل كريتون Michael Crichton:

- ولد فى شيكاغو عام ١٩٤٢ بولاية ألينوى الأمريكية.
- مؤلف روائى أمريكى، ومنتج ومخرج سينمائى، ومنتج تليفزيونى أيضًا.

- من أكثر ما يعرف عنه: أعماله القائمة على روايات مثيرة تقنيًا سواء فى السينما أو التليفزيون والمعتمدة على أسلوب حركى متميز تقنيًا، كما أن كثير من روايته عن المستقبل تعكس إشارات علمية لخلفيته العملية وتدريبه الطبى فى الجامعات الأمريكية (هارفارد) والإنجليزية (كمبريدج).
- أول أعماله رواية بعنوان "حالة احتياج **A Case of Need**" كتبها وهو فى مدرسة الطب تحت اسم مستعار، والتى حازت جائزة إدجار **Edgar** عام ١٩٦٩.
- كثيرًا ما يتكرر عبر أعماله قدر من التحذير بشأن التقدم العلمى وكيف يمكن أن ينحرف عن أهدافه، وتكاد تصبح تيمه رئيسية عنده: الفشل المرضى لنظم الحماية المعقدة بيولوجيا (جوراسيك بارك **Jurassic Park**) أو عبر النظم الحربية (قيد المرأة المقيّدة بالسلاّل = **The Andromeda Strain**(*)) أو (العالم الغربى = **Westworld**) وهى أفلام حازت شهرة عالمية، وعادة ما كان يعتمد على وثائق علمية غير تامة وملاحظات علمية فى الطريق إلى اكتمال الفكرة أو الهدف.

مات فيزر **Matt Visser**:

- ولد فى **Wellington**، ودرس فى جامعة فيكتوريا وأكمل الدكتوراه بجامعة كاليفورنيا فى بيركلى وأصبح أستاذًا للرياضيات بجامعة فيكتوريا فى ويلنجتون.
- تنصب اهتماماته فى بحوثه على النسبية العامة ومجال الميكانيكا الكمية والكونيات، حيث أنتج عددًا كبيرًا منها حول موضوع "الشقوق الدودية" و "أفق الجاذبية" و "الأشياء التى تظهر عن القياسات السمعية".

(*) أندروميدا Andromeda (أميرة حبشيه شُدّت بالسلاسل إلى جرف عال لكى يلتهمها غول ولكن أنقذها بيرسيوس وتزوجها والقصة من أصول ميثولوجية يونانية) ويكنى بها عن المرأة المُسَلْسَلَة (أو المقيده بأكثر من قيد) (المترجم).

- صاحب كتاب يدور حول نظرية الشقوق الدودية "تحديد مواقع الشقوق الدودية منـذ أينشتاين حتى هوكنج". **Loretzian Wormholes – From Einstein to Hawking** الصادر عام ١٦٩٦، كما كان مؤلفًا مشاركًا في كتاب "الثقوب السوداء الاصطناعية **Artificial Black Holes**" الصادر عام ٢٠٠٢.

مارتن كروسكال **Martin Kruskal**:

- (١٩٢٥-٢٠٠٦)
- فيزيائى ورياضى أمريكى درس فى جامعة شيكاغو، وحصل على الدكتوراه من جامعة نيويورك، حيث عمل على المتقاربات، والمعزولات، والأرقام الحقيقية، واستطاع مع جورج زكيريس **George Szekeres** أن ينتجا الروابط المتساوية (المسماه باسميهما: كروسكال – ذكيريس) لضبط (علم الحساب) شوارزتشيلد عند **Schwarzchild**، والحل لمجال "الخلاء" **vacuum** المتماثل أو المتوازن فى معادلة أينشتاين.
- فضلاً عن ابتكاره لإجراء الحساب الكروسكالى.
- مما يذكر أن له شقيقان جوزيف **Joseph** مكتشف ميزان الحساب الكروسكالى ووبليام **William** مكتشف التحليل الأحادى للتفاوت أو الاختلاف والمسمى أيضًا باسمه **Kruskal- Willis one-way analysis of variance**، هذا وأبناؤه أيضًا كلايد وكارين وكيرى **Clyde, Karen and Kerry** عملوا جميعًا بالرياضيات.

مارتن د. ليفاين Martin D. Levine:

- أتم دراسته الجامعية فى الهندسة الكهربية الكمبيوترية من جامعة مـــاك جيـــل McGill University عام ١٩٦٠ ومنها حصل على الماجستير فـــى ذات المجال عام ١٩٦٣، ثم حصل على الدكتوراه فى الهندسة الكهربية من الكليـــة الملكية للعلوم والتكنولوجيا بجامعة لندن عام ١٩٦٥.
- حاليًا يشغل منصب الأستاذية فى قطاع الهندسة الكهربية فى مجال الكمبيـــوتر بجامعته الأصلية "ماك جيل" والمدير المؤسس لمركز الجامعة للآلات الذكيـــة (١٩٨٦-١٩٩٦)، كما عمل أستاذًا زائرًا فـــى العـــامين ٧٩، ١٩٨٠ لعلـــوم الكمبيوتر بالجامعة اليهودية بالقدس وأيضًا عمل مستـــشارًا لعـــدة حكومـــات ومؤسسات اقتصادية كبرى فى هذا المجال.
- تدور اهتماماته البحثية حول بصيرة الكمبيوتر، وعمليات الرمـــوز والـــذكاء الاصطناعى وله منشورات عديدة فى هذه المجـــالات مـــن أبرزهـــا كتـــاب "البصيرة عند الإنـــسان وفـــى الآلـــة" **Vision in Man and Machin**، وشارك فى تأليف كتاب بعنوان "التحاليل الكمبيوترية المـــساعدة فـــى مجـــال ارتحال الخلية والانجذاب الكيماوى **Compate Assisted Analyses of "Cell Locomotion and Chemotoxis"**

نيلز بور Niels Bohr:

- (١٨٨٥-١٩٦٢)
- فيزيائى دانماركى حاصل على جائزة نوبل.
- يعد المسئول الأول عن تقدّم ميكانيكا الكم، فضلاً عن مشاركته فى مـــشروع القنبلة الذرية الذى أقيم فى لوس ألاموس بالولايات المتحدة الأمريكيـــة فـــى بواكير عام ١٩٤٤.

- من أبرز مؤلفاته كتاب بعنوان "الفيزياء الذرية والمعرفة البشرية" **The Atomic Phiysics and Human Knoledge** والذى ضمّنه مناقشة دارت بينه وبين ألبرت أينشتاين حول نظرية الكم جرت على مدى أكثر من عقدين من الزمان.

ناثان روزن Nathan Rosen:

- (١٩٠٩-١٩٩٥)
- فيزيائى إسرائيلى، وفى عام ١٩٣٥ أصبح مساعدًا لأينشتاين فى مجال الدراسات المتقدمة بجامعة برينستون حتى شجعه أينشتاين على تكملة مستقبله فى إسرائيل.
- اشترك فى بحث منشور مع أينشتاين وبوريس بودولسكى **Boris Podolsky** بعنوان: "هل يمكن اعتبار وصف أو تفسير ميكانيكا الكم للحقائق الفيزيائية عملاً متكاملاً أو تامًا ؟"، كما اشترك مع أينشتاين أيضًا فى اكتشاف "قنطرة أينشتاين – روزن" فى النسبية العامة.
- أسَّس أكثر من معهد فيزيائى فى إسرائيل، وعدة معاهد تعليمية عليا أخرى هناك.

روى كير Roy Kerr:

- ولد عام ١٩٣٤ فى نيوزيلندا، ولمعت موهبته الرياضية عندما كان طالبًا بكلية سانت أندرو، ثم حصل على درجته الجامعية من كلية كانتربيرى بجامعة نيوزيلندا ثم الدكتوراه من جامعة كمبريدچ عام ١٩٦٠، حيث كان توجُّهه يتعلق بالمعضلات الصعبة لمعادلات الحركة فى النسبية العامة.

- بعد ذلك تنقل فى عدة مناصب جامعية بأمريكا، وفى العام ١٩٦٢ انتقل لجامعة تكساس بأوستن حيث اكتشف فى العام التالى حلّه المشهور والتام للفراغ = **Vacuum**) والذى يقال إنه وجده بالصدفة حيث كان يبحث عن شيء آخر (أبدا لم يشر إلى ماهو هذا الشيء الآخر) كما أراد أن يعمم الحل المعروف باسم حل شوارزتشيلد.
- وفى عام ١٩٦٥ استطاع أن يقدم مع ألفريد شيلد **Alfred Schild** الزمكان الموسوم باسميهما **Kerr- Schild spactime**.
- فى عام ٢٠٠٦ حصل على جائزة مارسيل جروسمان **Morcel Grossmann**.

راى برادبرى **Ray Bradbury**:

- ولد بولاية إيلينوى الأمريكية عام ١٩٢٠.
- كاتب أمريكى يؤلف الروايات الأدبية والمسرحيات، وإن تحققت شهرته من روايات الخيال العلمى، والمبنية على الأخيلة. فضلاً عن روايات الرعب والغموض. والكتاب الأكثر شهرة فى كل ذلك "التاريخ الزمنى للمريخ **The Mertian Chronicks**" عام ١٩٥٠ الذى صنف أحياناً كرواية وأحياناً أخرى كمجموعة قصصية وفى العام ١٩٥٣ جاءت روايته القمة رغم غرابتها "٤٥١ فهرنهيت" **Fohrenheit 451**، التى تحولت إلى فيلم سينمائى شهير.
- على الرغم من أنه يوصف عادة بأنه كاتب خيال علمى فقد حرص على عدم تقييد نفسه فى هذا المجال وحده، ومن أقواله فى ذلك: "أولاً أنا لا أكتب خيال علمى، واحدة فقط من رواياتى (٤٥١ فهرنهيت) تعتبر كذلك لأن الخيال العلمى تصوير للواقع بينما الخيال تصوير لغير الواقعى ولذلك فـ: "التاريخ الزمنى للمريخ" ليست من قبيل الخيال العلمى، إنها مجرد خيال لأنها لا يمكن أن تحدث... هى أسطورة يونانية منذ زمن طويل ولم تزل لها قوتها".

ريتشارد س. كيتنج Richard C. Keating:

- أستاذ طب فى مجال الروماتيزم وظل حتى تقاعده ليصبح أستاذا فخريًا بجامعة جنوب إيلينويز، ومفوض لجنة الحفاظ على الحياة، ورئيس مجلس إدارة مؤسسة الحفاظ على الحياة فى إدوارد زفيل **Edwardssville**.
- أتم دراسته الجامعية عام ١٩٥٩ بجامعة كولجيت **Colgate** وحصل على الماجستير عام ١٩٦٢ من جامعة سينسيناتى **Cincinnati** ١٩٦٢، وعلى الدكتوراه من نفس الجامعة عام ١٩٦٥.
- تشمل بحوثه، مع ذلك، علم التشريح المقارن للنباتات ذات الفلقة الواحدة وذات الفلقتين، وتَكيّف أوراق النباتات المزهرة فى بِنْيَات ذات ضغط عالى، وتقنية الميكرو واستعمالات المجاهر (التلسكوبات) والتصوير.

ستيفن هوكنج Stephen Hawking:

- ولد عام ١٩٤٢.
- فيزيائى نظرى إنجليزى، صاحب نظرية عن الثقوب أو البقع السوداء تقوم على نظريتى النسبية وميكانيكا الكم.
- رغم مرضه الشديد (قعيد كرسى متحرك ولا يمكنه الكلام، وقد صُمم الكرسى ومعه جهاز للتحدث للتوائم مع حالته خصيصًا) فقد عمل فى مجال النظرية النسبية وبصفة أساسية فى الثقوب السوداء، حيث قدم عام ١٩٧١ حدسًا بالتشكُّل الذى وقع فور الانفجار الكبير من أن بلايين الأطنان من الكتلة شغلت الفضاء فيما يسمى بالبقع السوداء المصغرة والتى كانت فريدة فى كتلتها الهائلة وتطلبت جاذبيتها أن تُحكم بواسطة قوانين النسبية بينما تطلبت حالتها اللحظية أن تنطبق عليها قوانين ميكانيكا الكم ومن خلال هذه الأخيرة فإن هذه

البقع قذفت أو نفثت عناصر أقل من ذرية لكى تشحن نفسها بالطاقة إلــى أن انفجرت.

- مساهمات هوكينج فى الفيزياء جلبت لــه تــشريفات متعــددة، ومــن بــين كتبه كتاب بعنوان: "تاريخ مــوجز للزمــان"، عــام ١٩٨٨ وهــو متــرجم للعربية وكتاب آخر بعنوان: "الكون فى قشرة جوز" وهــو متــرجم بــدوره للعربية.

ستيفن أ. فولنج Stephen A. Fulling:

- أنهى دراسته الجامعية بجامعة هارفارد فــى الرياضــيات عــام ١٩٦٧ ثــم حصل على الماجستير فى ١٩٦٩، والــدكتوراه فــى ١٩٧٢ مــن جامعــة برنسيتون.
- تتركز اهتماماته فى نظرية المجال الكمى فى الزمكــان المنحنــى، وطاقــة الفراغ الكمى وكل ما يتعلق بالنظرية الكمية فــى التمــدد والتقريــب الــشبه تقليدى والتحليل الرمزى لمعــادلات الفــروق وعمليــات الفــروق الزائفــة والجبر (الرموز) الكمبيــوترى، والكمبيــوتر الكمــى وتوظيفــات نظريــة المجموعات والأعداد والبرمجة الحرفية.

هايزنبرج Werner Heisenberg:

- (١٩٠١-١٩٧٦)
- فيزيائى وفيلسوف ألمانى، اكتشف طريقــة جديــدة لتــشكل ميكانيكــا الكــم مصممًا وضابطًا لقواعــدها ممــا ســاعد علــى تقــدم الفيزيــاء النوويــة والذرية، وبسببها حصل على جائزة نوبل فى الفيزياء عام ١٩٣٢.

- وفى عام ١٩٢٧ (بعد حصوله على الدكتوراه) بأربع سنوات تقريبًا أعلن عن مبدأ "عدم اليقين" (عدم استطاعته تحديد سرعة ومكان جزىء فى نفس الوقت لأنك إذا حددت سرعته يكون موقعه قد تغير، وإذا حددت موقعه تكون سرعته قد تغيرت، وبالتالى لا يصبح من المفيد فى الأمر سوى التقريب) وهو المبدأ الذى أصبح راسخاً فى الوسط العلمى.
- عمل مساعدًا لماكس بور ومديرًا لمعهد ماكس بلانك، كما كتب عام ١٩٣٠ "المبادئ الفيزيائية لميكانيكا الكم"، وربما بعض الكتب والأبحاث حول نفس الموضوع وعن فلسفته التى بناها على مبدأ عدم اليقين ذاك.

ويليام ج. أونرو William G. Unruh:

- ولد عام ١٩٤٥ فى وينيبج **Winnipeg** بمانيتوبا **Manitoba** بكندا.
- فيزيائى كندى، حصل على درجته العلمية عام ١٩٦٧ من جامعة برنسيتون وأعقبها الماجستير والدكتوراه من ذات الجامعة، ثم صار أستاذا للفيزياء بجامعة بريتش كولومبيا بفانكوفر فى كندا.
- فى عام ١٩٧٦ اكتشف ما سمى أثر أونرو **Unruh Effect** والذى يمثل تنبؤاً بأن مُلاحظ متسارع سوف يلحظ إشعاعات الجسم الأسود، بينما الملاحظ الداخلى لن يلاحظها. وبكلمات أخرى فإن الملاحظ المتسارع سوف يجد أو تجد نفسه أو نفسها فى خلفية دودية. أما الحالة الكمية التى نراها كأرضية للملاحظين فى أنظمة داخلية أو مغلقة نجدها كنوع من الاتزان الحرارى بالنسبة للملاحظ المتخذ لهيئة أو شكل متسارع. وهذا الأثر إذن يعنى أن فكرة الفراغ **Vacuum** تعتمد على الممر أو الطريق الذى يتخذه الملاحظ عبر الزمكان.
- حصل أونرو على العديد من الجوائز العلمية.

ويليام جاكوب فان ستوكم William Jacob van Stockuum:

- (١٩١٠-١٩٤٤)
- فيزيائى هولندى قدم إسهامًا هامًا فى تطوير النسبية العامة فى مرحلتها الباكرة، وحيث انتقلت أسرته إلى أيرلندا فى آواخر عشرينيات القرن الماضى فقد درس الرياضيات فى كلية ترينتى بدبلن التى فاز فيها بالميدالية الذهبية، وحصل على الماجستير من جامعة تورونتو، وعلى الدكتوراه من جامعة أدنبره.
- فى عام ١٩٣٧ نشر بحثًا اشتمل على أول حل صحيح للنسبية العامة (وكانت حديثة وقتئذ نسبيًا) والذى قدم حقل الجاذبية كنموذج يأخذ شكل مادة دواره **rotating matter**، وفى هذا البحث كان أول من لاحظ إمكانية تمثيل الزمن المغلق فى شكل يشبه الانحناء وهو واحد من أغرب الظواهر فى النسبية العامة.
- بعدها حاول أن يدرس على يد أينشتاين نفسه ولسوء الحظ لم يحقق ذلك وبسبب انفجار الحرب العالمية الثانية التحق بالقوات فى عدة مناصب انتهت بسلاح الطيران وفى إحدى الطلعات أصيبت طائرته ومات كل من عليها حيث دفنوا جميعًا وبينهم ويليام فى الموقع الذى سقطت فيه الطائرة.

(ب) الموضوعات: "مرتبة وفقًا للألفبائية الإنجليزية:

المادة المضادة Anti matter:

- فى ديسمبر من عام ١٩٢٧ طور "بول ديراك **Paul Dirac** معادلة فى النسبية تتعلق بالإليكترون أصبحت تعرف باسم معادلة ديراك، وقد عثرت هذه المعادلة على حل للطاقة السلبية بالإضافة إلى الطاقة الإيجابية العادية وهذا

شكل معضلة لأن الإليكترون عادة ما يحوى أقل مستوى من الطاقة، وإحياؤه لطاقة سلبية هو من قبيل التوافه. وفى محاولته للخروج من هذه المشكلة أو الالتفاف حولها اقترح أن "الخلاء" **Vacuum** مملوء ببحر من الإليكترونات ذات الطاقة السلبية، وهو الذى أُطلق عليه بحر ديراك، وبمزيد من التفكير اعتقد ديراك أن هناك ثقبًا فى هذا البحر تكون لديه طاقة إيجابية ظانًا أنه البروتون. لكن "هيرمان ويل" **Hermann Weyl** أشار موضحًا أنها جميعًا لها نفس كتلة الإليكترون وتأكد هذا تجريبيًا عام ١٩٣٢ بواسطة كارل د. أندرسون **Carl D. Anderson** وكان هذا المضاد للمادة وقتئذ يسمى "المضاد الأرضى للمادة": **Contraterrene matter** إلا أنه اليوم يعد النموذج المعيارى الذى يظهر أن كل عنصر له عنصر مضاد يمثل رقمه الجمعى الكمى القيمة السلبية لقيمة العنصر نفسه.

- أصبحت استعمالات هذه الأجسام المضادة تمتد لمجالات الطب والوقود والمجال الحربى والمستوى الفلكى الكونى المضاد **Antiuniverse** وبالتالى أعمال "الخيال العلمى".
- تعتبر المادة المضادة من الناحية المادية الفعلية من أَقْيَم ما هو موجود بتقدير يصل إلى ٣٠٠ بليون دولار للميليجرام الواحد وذلك لصعوبة إنتاجها، (قليل من ذراتها يمكن أن ينتجها التفاعل فى مُعَجِّل للعناصر).

أكويلا Aquila:

- وأحيانًا ما يطلق عليها الاسم اللاتينى **Vulture** الذى يعنى النسر وهى مجموعة نجوم ثابتة من بين ٤٨ مجموعة أعدّ بطليموس **"Protemy"** قائمتها وهى نفس المجموعة التى أشار إليها أودوكسوس **Eudoxus** (القرن ٤٨ قبل الميلاد) وآراتوس **Aratus** (القرن ٣ قبل الميلاد) وهى الآن ضمن ٨٨ مجموعة تعرف باختصار

IAU، وتقع وبطريقة غير دقيقة عند خط الاستواء السماوى، كما تمثل ذروة أو قمة مجموعة الكواكب الصغيرة الثلاثية "الصيفية".

- كان بطليموس قد سجل ١٩ نجمًا مرتبطًا فى هذه المجموعة، ومجموعة أنطونيوس **Antinous** (حظيت بهذا الاسم فى عهد الإمبراطور هارديان **Hardian**) ولكن أحيانًا وعلى سبيل الخطأ تنسب إلى تايكو براه **Tycho Brahe** والذى صنّف ١٢ نجمًا فى أكويلا، وسبعة نجوم فى أنطونيوس، والمعروف حاليًا أنه يضم مجموعة مبهرة من النجوم.
- ثمة نجمين مُستعران لوحظا منذ قبل الميلاد فى هذه المجموعة، الأول منهما له بريق أشبه بالبريق المنبعث من كوكب الزهرة **Venus** والثانى أكثر بريقًا من التير **Al tair** (ويعنى النسر الطائر) ولأن الأخير يعتبر ألمع نجوم مجموعة أكويلا فقد لقبت المجموعة بالاسم الأخير باعتباره الطائر الذى يخص زيوس **Zeus** (كبير آلهة اليونان) وبهذا الاعتبار كان الأمر فى هذه التسمية يتعلق بدور ما فى الميثالوجيا اليونانية والرومانية والصين والهند.

الانفجار الكبير... الانسحاق الكبير **Big bang... big crunch**:

- ثمة نظرية تقول بأن الكون بدأ من بذرة حجمها أقل من أى شيء يمكن أن يوجد، ويطلق عليها اسم "منفردة" **singularity** وقد احتوت على كل ما فى الكون من مادة وطاقة، ثم انفجرت فى لحظة **big bang**، وفى ميدان العلوم قدرت ساعة الصفر هذه بزمن بلانك (واحد على يساره ٤٣ صفرًا ثم فاصلة) وبعدها تضاعف حجمها من بذرة إلى ذرة إلى ما يعادل حجم البرتقالة وفى ذلك وعبر ملايين السنين تشكلت أولى النوى ثم الإليكترونات ثم تموجات غازية بفعل الجاذبية والتى أخذت شكل عناقيد أصبحت فيما بعد المجرات والكواكب، وهذه الأخيرة تتباعد عن بعضها البعض فى جميع الاتجاهات

وبذات المستوى وإلى أبعد ما يمكن ملاحظته فى حدود وسائل الملاحظة الحالية وذلك دون الرجوع إلى نقطة مركزية مفترضة، هذا وقد تولدت العناصر كلها فى النصف ساعة الأولى من الانفجار، ولم يتم بعدها تولد عناصر أخرى.

- تلك هى النظرية السائدة بين معظم العلماء عن نشأة الكون، ولكن استتبع الأمر ظهور نظرية أخرى تعرف باسم "الكون النابض" **pulsating universe** والى تقول بأن المادة تتطاير متناثرة من كتلة منضغطة ولكنها سوف تبدأ بالتقلص بتأثير الجاذبية أيضًا والمشتركة بين أقسامها المختلفة فيما يسمى بالانسحاق الكبير **big crunch** إلى أن تصل إلى درجة معينة من التركز والكثافة تنفجر معها من جديد وعبر هذه العملية وتكررها تتخلق المادة ولا تزول بل يعاد توزيعها مرة بعد مرة.

مذنب شوميكرو – ليفى ٩ (SL9 اختصارًا) :Comet Shoemaker- Levy

- هذا المذنب هو الذى اصطدم بكوكب المشترى عام ١٩٩٤، وإن كان قد تم اكتشافه فى ٢٤ مارس ١٩٩٣ بمعرفة كارولين **Carolyn** و إيوجين م. شوميكر **Eugene M. Shoemaker** ودافيد ليفى **David Levy**.

- بحدوث هذا الاصطدام، والذى كان مُتنبأً به من قبل، أمكن لأول مرة رصد اصطدام جسمين من النظام الشمسى، وهو الأمر الذى احتل نصيبًا وافرًا من الإعلام العالمى، كما كان محل مراقبة عن كثب من الفلكيين بطول العالم وعرضه. وهذه الواقعة كشفت الكثير عن كوكب المشترى وجوّه ودوره فى إنقاص حطام الفضاء داخل النظام الشمسى (اصطدم بالزهرة بسرعة ٦٠ كم فى الثانية).

- وهو أول مذنب يدور حول كوكب بدلاً من الدوران حول الشمس، وفى مدار منحرف عن المسار الدائرى (يبعد عن الزهرة ٤٩,٤ بليون كم) بحيث يأخذ شكل القطع الناقص، ويستغرق فى هذا المدار حوالى سنتين.

سديمية السرطان Crab Nebula:

- عبارة عن بقايا نجم مستعر وريحه النابضة ويقع بين مجموعة النجوم الثابتة التى تشكل برج السرطان والمسماه تاوروس **Taurus** ويصنف عالميًا بالرموز والأرقام التالية **(Mi, NGC 1952, Taurus A)** ومن الطريف أنها تشبه النار الملونة التى يتقاذفها الناس فى الاحتفالات أو تطلقها أجهزة معينة مع العصا ذات الشراشيب التى يتلاعب بها قائد طابور الاحتفال **nebula**، ومن هنا جاءت التسمية.

- أول مرة يلاحظ فيها كان بمعرفة جون بيفز **John Bevis** عام ١٧٣١، وتطابق مع النجم المستعر البراق الذى سجله الفلكيون الصينيون والعرب عام ١٠٥٤، ويقع على بعد ٦٣٠٠ سنة ضوئية من الأرض، وفى القلب منه يقع النجم النيترونى المتعاقب "السرطان" الذى يبعث بنفثات من أشعة جاما وموجات رادارية أثناء حركته المغزلية بمعدل ٣٠,٢ مرة فى الثانية.

- وهو أول جسم سماوى تتم دراسته كمصدر للأشعة التى عادة ما تستره عنا.

مجموعة برج البجعة Cygnus Constellation:

- وتتألف هذه المجموعة من تنوع براق من النجوم الشديدة اللمعان والبارزة فى الفضاء رغم بعدها البالغ (٣٢٣٠ سنة ضوئية) وحتى الآن تتكون من ١٨ نجمًا براقًا فى السماء، وهى فى عمومها تميل للزرقة وتشكل ما يشبه ذيل فائق الجمال لطائر الإوز العراقى، وتقع المجموعة فى النهاية العليا للمعبر الشمالى متعامدة على مجموعة صغيرة من النجوم المعروفة باسم "المثلث الصيفى" **Summer triangle asterism**.

- من أبرز نجوم المجموعة ما يحمل الأسماء التالية:

  - ٦١ سينى **Cygni** (والذى كان الظن عام ١٩٣٨ أنه قريب من مجموعتنا الشمسية)، و١٦ سينى ب والذى يصل حجمه إلى ١,٥ من حجم المشترى، و **X-1** سينى **Cygnus** الذى يعتبر من المرشحين ليصبح ثقبًا أسود وغيرها من النجوم المتميزة.

النظام والفوضى Order and Chaos:

- يتفق العلماء على أن هذا التعبير مثل الكثير من المصطلحات العلمية يعبِّر عن تقنية معينة ولا يتفقان بالضرورة مع دلالتهما العادية وبذلك ينصرف أيهما فى مجال العلم إلى أمرين:

  ١. الخلق من خلال انبثاق.

  ٢. الانتظام الكامل فى مجال الظواهر الفيزيائية، والذى يمكن وصفه بمصطلحات محدده وأرقام رياضية ومقاييس لها نماذج معينة وبالتالى تقبل التنبؤ بسلوكها فى الأغلب الأعم.

- والمثال المبسط لذلك يتمثل فى إمكانية الحفاظ على مدى معين من تأرجح البندول على فترات منتظمة وبنفس القدر، وذلك هو النظام وبالمقابل هناك

الفوضى التى يمكن تمثيلها بزخات المطر حيث تصطدم مع جزء صغير من السطح وفى فترات غير منتظمة ولا يمكن التنبؤ بها إلا فى حدود معينة وقد خضعت مثلها مثل سائر الظواهر الفيزيائية للبحث الفيزيائى والرياضى.

الأوتار الكونية Cosmic String:

- الوتر الكونى هو خلل أو علة حدسية فى الطبولوجيا ذات البعد الواحد فى نسيج الزمكان، وتستخدم بشكل حدسى عندما تُحْدِث فى مختلف مناطق الزمكان وجهًا من وجوه التغير فى ميدان حواف هذه المناطق عندما يلتقى أيهما بالآخر، بما يشبه ما يحدث بين حبيبات الكريستال عند تجميد السوائل أو الشقوق التى تحدث عند تجميد المياه داخل الثلج وفى حالة كوننا فهذا النوع من التغيّر ربما وقع فى الأيام المبكرة من تشكل الكون.
- وهذه الأوتار، إذا كانت موجودة بالفعل، ربما تكون شديدة النحول أو رفيعة للغايه مثل البروتون، ولها كثافة عالية مع ذلك، ولذا قد تكون مصدرًا له أهميته للجاذبية، وواحدًا منها بطول ١٠٦ كم سوف تكون له جاذبية أكثر من جاذبية الأرض، وهى فى مجموعها قد تشكل شبكة **network** تربط بين الفجوات فى الكون الباكر، كما قد تكون جاذبيتها مسئولة عن كتلة المادة فى عناقيد المجرات.
- كما أن ذبذباتها التى يظن أنها تحدث بسرعة قريبة من سرعة الضوء، يمكنها أن تجعل جزء من الوتر يضغط بشدة على أية حلقة أو فجوة منعزلة حيث إن هذه الأخيرة لها مدة حياة تتعلق بمدة حياة الأشعة الجاذبة.
- ومن ناحية أخرى لا توجد علاقة بين الأوتار الكونية ونظرية الأوتار حيث تم اختيار اسم كل منهما بشكل مستقل، إلا أن البحث فى نظرية الأوتار بعث الحيوية فى الأوتار الكونية وهى النظرية التى قال بها جوزيف بولشنسكى

Joseph Polchinski بأن الكون المتمدد ربما تسبب فى تمدد وتر أساسى حتى أصبح فى حجم مجرّة ومن ثم ستظهر عليه خصائص الأوتار الكونية المُقَال بها وتجعل الحسابات السابقة مفيدة. وكما علق النظرى توم كيبل **Tom Kibble** "كونيّو نظرية الأوتار اكتشفوا أوتارًا كونية تقبع فى كل مكان تحت السطح الخارجى للكون".

- وعلى أى الأحوال فإن معظم هذه المقترحات يجب أن تعتمد على الأساسيات الكونية الصحيحة، وليس ثمة تجارب مقنعة للتحقق من صحتها قد أجريت بالفعل.

المُفَرِّق Differentiator:

- هو دائرة مصممة بحيث إن الخارج **output** من هذه الدائرة هو أجزاء تصبح مشتقات ثانوية من الداخل **input** للدائرة.
- ثمة نوعان من المفرقات أحدهما نشط وفعال **active** والآخر يعمل بتأثير قوة خارجية عنه **passive** (سلبى).
- يستخدم الجهاز بصفة مبدئية كفلتر **filter** عالى قادر على تفريق عناصر عن بعضها.

قنطرة أينشتاين – روزن Einstein – Rosen Bridge:

- فى عام ١٩١٦ قدم أينشتاين نظريته فى النسبية العامة، وبعدها بعشرين عام نشر مع زميله المتعاون معه لمدة طويلة ناثان روزن **Nathan Rosen** بحثًا أظهرا فيه أن النسبية العامة تتضمن بناء منحنى للمكان يمكنه أن يربط بين منطقتين متنائيتين من الزمكان المنحنى بشكل مختصر، ولم يكن هذا البحث مهمومًا بإبراز ما يمكنه أن يكون أسرع من الضوء، أو بالسفر داخل الكون. ولكنه حاول شرح العناصر الأساسية مثل الإليكترونات كأنفاق فضائية فى

شكل خيوط من القوة الكهربية. هذا المعبر يعتمد أساسًا على النسبية العامة، وأصبح منضبطاً من خلال الحل الذى قدمه شوارزتشيلد الذى كان أول حل صحيح لمعادلة أينشتاين، والذى أكده الأخير، وهو الذى أدى إلى التنبؤ بالثقوب السوداء، والتى تعتبر "النهاية" للنجوم ذات الكتلة التى تتراوح ما بين ١٠ إلى ١٥ مرة كتلة الشمس، لأنه حين يحدث بها انفجار هائل الاتّقاد فإنها تخلف وراءها بقايا محترقة هائلة بالفضاء بين النجوم بدون ما يقابله من مضادات الجاذبية ويظل هذا الانهيار الانفجارى إلى أن يتكثف إلى نقطة الصفر وبكثافة لا نهائية منشئاً لما يعرف بـ "المفردة" (أصغر ما يمكن أن يوجد فى الكون). وبزيادة الكثافة على هذا النحو فإن ممرات أشعة الضوء المفرزة من النجم تنحنى بشكل نهائى متعذر تغييره وأى فوتون ضوء سيظل محصورًا فى مدار معين بسبب كثافة الحقل الجاذبى ذاك، ولا يمكنه أن يهرب بعد أن يصل النجم لهذه الكثافة اللا نهائية والذى أطلقت عليه تسمية "الثقب الأسود".

حلقة أينشتاين Einstein ring

- تعتبر عملية ملاحظة الجاذبية من خلال العدسات واحدة من نتائج نظرية النسبية العامة التى نُشرت عام ١٩١٦ (وكان أينشتاين قبل نشرها قد تنبأ بانحناء الضوء وذلك فى العام ١٩١٢)، حيث بدلاً من ضوء يسرى من مصدر (كمجرة أو نجم) فى خط مستقيم (ذى ثلاثة أبعاد) فإن هذا الضوء ينحنى (يتشوه خطه المستقيم) ويتحول إلى ما يشبه الحلقة بسبب وجود جسم ضخم فى طريق الضوء المستقيم متسببًا فى تشويهه، أما الذى يتسبب فى الشكل الحلقى فهو عدم انتظام الخط بين المصدر والعدسة والمُلاحِظْ بحيث يظهر فى العدسات تشكلاً مستديرًا يشبه الحلقة.

أنطروبيا Entropy:

- هذا المصطلح مشتق من الكلمة اللاتينية **Metatropi** والتى تعنى "التحـول" وهو مقياس لعدم قابلية طاقة النظم على أن تعمل. وهـو مقيـاس مركـزى للقانون الثانى للديناميكا الحرارية المتعلقة بالعمليات الفيزيائية وعما إذا كانت تحدث بشكل عفوى أو تلقائى. لأن التغيّرات العـضوية تحـدث فـى الـنظم المعزولة مع زيادة أو ارتفاع هذا المقياس. وهذه التغيّرات عـادة مـا تمهـد لفروق فى الحرارة والضغط والكثافة والمزاعم الكيماوية التى قد توجـد فـى نظام ما، والأنطروبيا هى التى تقيس كيف يتقدم هذا التمهيد.
- نشأ المسمى فى خمسينيات القرن ١٨ بمعرفة فيزيائى ألمانى يدعى رودلـف كلاوزيوس **Rudolf Clausius** والذى وصفه بـالمحتوى التحـويلى مثـل استخدام الطاقة المتبددة أو المشتتة لنظام ديناميكى حرارى للأجسام العاملـة أو الأنواع الكيماوية أثناء تغيير حالاتها.
- الإنطروبيا واحد من العوامل التى تحدد الطاقة الحرة لنظام ما، وهذا التعريف الديناميكى الحرارى صالح فقط لنظام فى حالة توازن بينما التعريف الـساكن للأنطروبيا يصلح لكل النظم وهكذا يصبح هو التعريف الأساسى والذى منـه تأتى التعريفات الأخرى.
- ومع أن الأنطروبيا مفهوم نشأ فى الديناميكا الحرارية ويتجذر فى مبناهـا، إلا أنه تم تبنِّيه فى مجالات أخرى مثل نظرية المعلومات، والـديناميكا النفـسية **psychodynomics**، والاقتصاد الحرارى **thermoeconomics** والتطور **evolution**.

حقـل هيجـز Higgs field:

- انطلق هذا المسمى بعد أن افترض الفيزيائى البريطانى بيتر هيجـز **Peter Higgs** أن الحقل الكمى يمتلئ بعنصر البوزون **boson** الـذى اعتقـد أنـه

يخترق الكون كله. أما حاليًا فقد أصبح مطلبًا من أجل شرح وتفسير الفرق الكبير فى كتلة العناصر التى تتوسط التفاعل الضعيف (بوزون الـ **Z** والـ **W**)، وتلك التى تتوسط تفاعلات الشحنات الكهربية (الفوتون **the photon**).

- مع الجيل الثانى من معجلات العناصر خاصة معجل معهد **CERN** والذى سبقت الإشارة إليه ، سيحاول العلماء النظر فى سلوك العناصر فى تفاعلها طبقًا لحقل هيجز ذاك.
- ومما يذكر أنه فى ٢٠ من أغسطس عام ٢٠٠٦ أبرز أحد التقارير أن الفيزيائيين اليابانيين يعملون على مشروع يقوم على إنشاء ظاهرة مثل حقل هيجز (متضمنة خلاء زائف وبوزون **Z**) بغرض إنشاء كون وليد.

النيوبيت ليثيوم **Lithium niobate**:

- خليط من النيوبيم والليثيوم والأوكسجين، وهى مادة صلبة لا لون لها مثلثية التكوين الكريستالى **triganal** وشفافة (يمكن اختراقها) للموجات التى أطوالها من ٣٥٠ إلى ٥٢٠٠ نانوميتر، ولها نطاق ذبذبات، ونقطة ذوبانها هى ١٢٥٧ درجة فى ٤,٦٥ سم^{3} ولا تذوب فى الماء.
- يمكن خلطها بأوكسيد الماغنسيوم الذى يرفع من مقاومتها لانكسار الصورة ويجعلها بالتالى مضادة للتشويه أو التحريف البصرى.
- تستخدم هذه المادة بكثرة فى سوق الاتصالات مثل الهواتف المحمولة والملطفات البصرية. وهى المادة المختارة لصناعة مزايا سطح الموجات السمعية، وفى بعض الاستخدامات يمكن استبدالها بمادة "حمض الطنطاليك **lithium tantalite**".

المعجِّل الهادرونى الكبير Large Hadron Collider:

- ويُكنى اختصارًا **LHC** وموقعه فى المعهد المعروف إختصارا بـ : سرن **CERN** بالقرب من جنيف بسويسرا، وهو عبارة عن معجِّل للجسيمات بدأ العمل به فى مايو ٢٠٠٨، ومن المنتظر أن يكون أكبر معجّل للجسيمات فى العالم، وقام بتمويل بنائه أكثر من ألفى عالم فيزيائى من ٤٣ دولة وجامعة ومعمل أبحاث.
- من المتوقع عند تشغيله أن ينتج جزىء بوزون هيجز **Higgs boson** والذى يمكن للملاحظات حوله أن تؤكد التنبؤات، والحلقات المفقودة فى النموذج المعتاد للفيزياء، كما من المتوقع أن يشرح كيف أن الجزيئات الأساسية الأخرى تتطلب خواصًا مثل الكتلة.
- كما أن التحقق من وجود هذا البوزون الخفى سوف يمثل خطوة هامة نحو تحقيق النظرية الموحدة الكبرى التى تطمح فى دمج وتوحيد القوى الأساسية فى الكون فى معادلة واحدة: ١- الكهربية المغناطيسية، ٢- القوة القوية، ٣- القوة الضعيفة، ٤- الجاذبية – وربما أيضًا يشرح لماذا تبدو الجاذبية ضعيفة نسبيًا عند مقارنتها بباقى القوى الرئيسية المشار إليها.
- يقع فى نفق أسمنتى مدفون بمنطقة محيط دائرتها ٢٧ كيلومتر تحت الأرض فى عمق يتراوح بين ٥٠ و١٥٧ مترًا حيث يقبع المعجِّل وجهاز ليب **LEP**، والنفق ذاته يقطع الحدود السويسرية الفرنسية فى أربع نقاط وإن كان أغلبه فى الأرض الفرنسية. وعلى سطح الأرض تقع مبانيه المتعددة التى تحوى الإدارة وأجهزة التحكم والأجهزة الأخرى الإضافية الملحقة به مثل الضواغط اللازمة وأجهزة التبريد والتهوية... إلخ.

ألمـــــــــــــــيون Muon:

- الميون هو جزىء من الجزيئات الأساسية فى الذرة، يدور مغزليا وله شــحنة كهربية سالبة، وله مدة حياة أطول من أى لبتون **lepton** أو ميسون **meson** أو باريون **baryon** الغير مستقرين فيما عدا النيترون الذى يتفوق عليه فــى هذه الخاصية، وهو مع الإليكترون **electron** والتـــاو **tau** والنيوترينـــوات **neutrinos** يصنفون على أنهم لبتون **lepton**.

- وهو مثل كل الجزئيات الأساسية له مضاد باسم الميون المضاد **antimuon** وبشحنة موجبة بعكس الأصلى ولذا يسمى أحياناً بالميون الموجــب، ولكنــه مساو له فى الكتلة.

- تزيد كتلة الميون على كتلة الإليكتــرون بمقــدار ٢٠٦,٧ مــرة، ولأن لــه تفاعل مشابه للأخير فعادة ما يــتم التفكيــر فيــه علـــى أنــه وجــه آخــر للإليكترون ولكن أثقل منه، كما أنــه أكثــر اختراقــًا للأشــياء أكثــر مــن الإليكترون.

ميكانيكا الكم Quantum Mechanics:

- كان معظم الفيزيائيين فى القرن ١٨ يعتبرون قوانين نيوتن من قبيل المقدسات ومع عشرينيات القرن الماضى بدا أن كثيرًا من الظواهر لا يتواءم التعامــل معها بهذه القوانين التى كانت تتعامل فى الأســاس مــع الأحجــام الكبيــرة، ولا تعمل مع الأحجام الصغيرة أو المتناهية الصغر مثل الإليكترون وأشباهه، وعليه ظهرت النظريات المسماه "ميكانيكا الكم" والتى تعنى فى تبسيط شــديد أنه إذا كان من الطبيعى أن كل جسم يمكن التنبؤ بمكان وجوده إذا وقفنا على مدى سرعته واتجاه حركته، فإن الأمر ليس كذلك بالنسبة للإليكتــرون مــثلاً لأننا إذا عرفنا مكانه بدقة أصبحت سرعته غير محددة سوى بشكل احتمالى، وإذا عرفنا سرعته بنفس الدقة أصبح مكانه غير محدد إلا بالتقريب.

- وينقسم تاريخ ميكانيكا الكم إلى مراحل ثلاث: الأولى جاءت مع نظرية ماكس بلانك عن إشعاع الثقوب السوداء عام ١٩٠٠، والثانية عندما اقترح بوهر عام ١٩١٣ النظرية الكمية للطيف، أما الثالثة هى التى أصبحت فيها النظرية رحمًا لعدة نظريات على يد مجموعة من العلماء على رأسهم هيزنبرج وبحيث أصبحت قوانين نيوتن من التقليديات، وقد أصبحت بذلك النظرية المهيمنة حتى أنها كانت وراء اكتشافات علمية عديدة من أغلب ما ننعم به الآن.

قوارك Quark:

- واحد من مجموعة المكونات الرئيسية لأى جسيم أو جزئ تحت ذرى من المادة مثل البروتون والنيترون اللذان يشكلان معًا نواة الذرة، والقواركات تعتبر مركبات أساسية لكل العناصر التى تتفاعل من خلال القوة القوية والتى تربط مكونات الذرة معًا، ومن السائد أن لها كتلة ولها حركة مغزلية ذات عزم محدد وهى تتواصل متتابعة حول محور عبر العنصر، ولا يمكن أن تشكل تكاملاً مع عنصر أصغر منها ولكن ترتبط مع قواركات أخرى أو ما يقال له قواركات الضد، ولا تكون وحدها أبدًا.
- وكان الفيزيائى الأمريكى موراى جيلمان **Murray Gellmann** عام ١٩٦٤ هو الذى قدم هذا المفهوم العلمى كأساس لنظريته متبنيًا لها مصطلحًا أقرب للخيال وليست له أى دلالة على مغزاه الفعلى، وهو الذى عثر على ستة منها تتكون منها مادة الكون وكل منها يحمل شحنة كهربية ضئيلة جدًا (أقل من التى لدى الإليكترون) فضلاً عن أنها قصيرة الحياة جدًا.
- وهى لا يمكن رُؤيتها بالعين حتى بأدق المكبرات وأكثرها قدرة ولكن تم قياس أثرها، كما اكتشف العلم أكثر من ١٥ نوعًا منها ولا يزال هناك المزيد.

بلازما القواركات والجلونات Qurk- gluon plasma:

- ومختصرة بالحروف QGP التى توجد فى درجة حرارة أو كثافة عالية جدًا والتى تتشكل عند نقطة التصادم بين أيونات الذهب مُسَرَّعةً فى معجل نسبوى (أى أن سرعاتها تقارب سرعة الضوء) عندئذ تندمج بروتونات ونيترونات هذه الأنوية مكونة طورًا جديدًا من أطوار المادة والتى كانت تكون البروتونات والنيترونات، هذا الطور هو الذى وُجد خلال الفترة من ٢٠ إلى ٣٠ ميكروثانية الأولى من الكون بعد الانفجار الكبير.
- جرت محاولات لإنشائه فى ثمانينيات وتسعينيات القرن الماضى فى معهد CERN بسويسرا بواسطة المُعجِّل المسمى SPS وربما تكون هذه المحاولات قد نجحت جزئيًا، وتجرى حاليًا تجارب فى المعامل فى ذات الصدد والمسماه اختصارًا أيضًا RHIC فى بروكهافن بالولايات المتحدة، ومن المزمع أن تستمر الدراسات فى معجل يسمى **Larg Hadron Collider (LHC)** بعد إتمام إنشائه فى ٢٠٠٨.
- أما لماذا بلازما فذلك لأن شحنات البلازما تظل محمية أو محجوبة طبقًا لوجود أى شحنات محمولة، وفى الـ QGP فإن الشحنة الملونة للكوارك والجلون تظل محجوبة. وثمة تشابه آخر بين هذا العنصر والبلازما العادية، على الرغم من وجود مفارقات أو لا تشابهات بينهما تبعًا لأن الشحنة الملونة ليست آبيلية **abelian** بينما الشحنة الكهربية كذلك.

مفردات (الواحد منها: مفردة) Singularities:

- فى النصف الأول من القرن العشرين حاول كثير من الفيزيائيين إثراء البناء الهندسى للزمكان ولم يقتربوا كثيرًا من هدفهم إلا بعد أن نشر أينشتاين بحثه عن النسبية العامة فى ستينيات القرن، وبعدها بادر الفلكى الألمانى **Karl Schwarzchild** بالعثور على حل رياضى للمعادلة الجديدة أصبح يعرف

وحتى الآن باسم "حقل أو مجال شوارزتشيلد "، ومن أبرز ملامحه الاعتقـاد بأن مركز أية كتلة ضخمة كنجم أو كوكب يتركز فى نقطة تسمى "مفـردة" لا يستطيع أى من العناصر ولا أشعة الضوء من اختراقهـا، وعنـد مـسافة محددة من هذه المراكز تتغير هندسة الزمكان بشدة عما نحن معتادين عليه.

- وهذه النقطة المركز نفسها التى كانت مركـزًا للكـون (باعتبارهـا أصـغر ما يمكن أن يوجد) والتى بدأ منها الانفجار الكبيـر وأطلـق عليهـا الاسـم المعنونه به هذه الفقره .

التاكيون أو الطاخيون Tachyon:

- المصطلح مشتق من التعبيـر اليونـانى **Takhús** الـذى يعنـى الـسريع والمفاجئ، وأول وصف له يرجع للفيزيـائى الألمـانى "أرنولـد سـمرفيلد" إلا أن أول من صاغه فى الإنجليـزية همـا "جـورج سـودارشـان" و "أولكسا مايرون بيلانيك" فـى سـتينيات القـرن الماضـى، وبعـدها ورد المصطلح فى عدة أبحاث ومؤلفات متنوعة.

- وهو عنصر حدسى ويرتحل بسرعة أكبر من سرعة الضوء، وفـى ضـوء النسبية الخاصة هو عنصر يرتحل فيما يشبه التجويـف الأنبـوبى الفـضائى رباعى القوة الدافعة ووقت تخيلى صحيـح، وهو إذن مـقيـد بهذه الطبيعـة لا يمكنه أن يتحرك بسرعة أقل من سرعة الضوء، ومع أنه مصطلح اتفـاقى أو جرى العرف عليه فإن النسبية تضع العناصر فى خدمة الحفاظ على معتقد التسبيب فى النسبية الخاصة والتى تحافظ على أن لا شىء يمكنـه التحـرك بأسرع من الضوء، والآن فى مجال الإطار العام لنظرية الكم فإن التاكيونات تكون مفهومه أكثر باعتبارها تعطى معنى أو أهمية لاستقرار النظام باستخدام تكثيف أو تلخيص التاكيون بدلاً من اعتباره أسرع من الضوء، ويوصف هذا

الاستقرار بالحقول التاكيونية وهذا المفهوم للمصطلح كعنصر – طبقًا للفهم الحديث فإنه غير مستقر لدرجة التعامل معه على أنه موجود. لأنه ذو استحالة مزدوجة: إذا كانت موجودة فلن ينقل أية معلومات، إما أنه غير موجود على أية حال.

- تصور أو تخيل التاكيون أشبه بالفرقعة التي يحدثها جسم أسرع من سرعة الصوت، وطالما أنه يتحرك بسرعة أكثر من الضوء فلا نستطيع ملاحظة اقترابه أو المرور أمامنا ولا بعد مروره وإنما نرى صورتين له فى اتجاهين متعاكسين.

تيرا وات Terawatt:

- كيلو = ألف، ميجا = مليون، جيجا = ألف مليون، تيرا = مليون مليون وهكذا.

تجاريب الأفكار Thought experiment:

- التعبير بمعناه العام (المشتق من أصل ألمانى) يعنى استخدام سيناريو حدسى لمساعدتنا فى فهم كيف تجرى الأشياء، وثمة تنوع كبير من هذه التجارب ومع ذلك فهى جميعًا توظف منهجيًا كبديهية مسلم بها بدلاً من التجربة الفعلية أى أنها تجرى على نحو نظرى وليس بناء على الملاحظات أو التجريب الفيزيائى.

- وقد تم استخدام هذا المنهج فى مجالات عديدة من بينها الفلسفة والقانون والفيزياء والرياضيات. فهى فى الفلسفة معروفة منذ ما قبل سقراط ، وفى القانون تعرف منذ المحامين الرومان، وفى الفيزياء استخدمت فى القرن ١٩ وبصفة خاصة فى القرن العشرين، ولكن يمكن تعقب أمثلة عليها منذ جاليليو.

- كان "هانز كريستيان أورستد" أول من قال باستخدامه بمعنى: "تجارب يقودها العقل مع نفسه فى مجال الأفكار" وبعدها استخدمها "إرنست مـــاخ" بمعنـــى: "قيادة تخيلية من العقل بما يمكن تجريبه فيزيائيًا فيما بعد"، وتستطيع أن تلاحظ المفارقة هنا بين التجريب العقلى والتجريب الفيزيائى، وقد تم استنساخ التعبير الإنجليزى من الأصل الألمانى حيث ظهر لأول مرة عام ١٨٩٧ عبر ترجمة إنجليزية لبحث أجراه ماخ.
- هى فى النهايـــة وبتعبيـــرات خـــون **Kahn** عبـــارة عـــن "ســـيناريوهات عقلية لفهم شيء عن شيء مستقبلى" التجريب الفكـــرى أو العقلـــى مـــسلمة أكثر منه تجريب فيزيائى، وفى هذه الحالة لا يـــسيطر عليـــه ســـوى العقـــل التخيلى "معمل العقل" لتحديد" ما الذى سيجرى" أو "ما الذى جرى".
- امتد استخدام المنهج فى مجالات عديدة غير ما سلف مثل: علم النفس والتاريخ وعلوم السياسة والاقتصاد، وعلم النفس الاجتماعى، نظم الدراسات والتسويق وعلم الأوبئة، وذلك، وبصفة عامة، كنموذج للتفكير مُصمّم ليسمح لنا بتفسير، والتنبؤ والسيطرة على الأحداث بطريقة أكثر فاعلية وإثمارًا.

الفـــــــراغ Vacuum:

- هو مقطع أو مقدار من الفضاء خالى أساسًا من المادة مثل أن تكون الضغوط الغازية فيه أقل كثيرًا من مستواها العادى، وأصل المصطلح مشتق من الكلمة اللاتينية التى تعنى "فراغ" إلا أن الفضاء لن يكون تام الخلو، أما الخلاء التـــام فهو مفهوم فلسفى لا يوجد بشكل عملى أى الذى يصل فيه الضغط الغازى إلى صفر ليس لأن النظرية الكمية تنبأت بذلك فقـــط ولكـــن لأســـباب أخـــرى. والفيزيائيون عادة ما يستخدمون المصطلح على نحو مختلـــف قلـــيلاً، فهـــو ببساطة الفضاء الحر **free space** وذلك فى مناقشة التجارب التى تـــتم فـــى الخلاء ويستخدمون مصطلح الفراغ الجزئى **partial vacuum** للإشارة إلى الفراغ غير التام فى المجال العملى.

- كان الخلاء موضوعًا للجدل الفلسفى منذ أيـــام اليونـــان، ولكـــن لـــم تـــسبق دراسته تجريبيًا قبـــل القـــرن ١٧. وتقنيـــة التجريـــب فـــى هـــذا المجـــال تطورت على يد "تورشيلى" **Torricelli** ونظرياتـــه فـــى ضـــغط الهـــواء الجوى. وأصبح الفراغ وسيلة صناعية فـــى القـــرن العـــشرين لهـــا قيمتهـــا العالية مع إنتاج اللمبات والأنابيـــب الفارغـــة كمـــا ازداد الاهتمـــام بتـــأثير الفراغ على صحة الإنسان وأشكال الحياة بصفة عامـــة وذلـــك بعـــد التقـــدم الذى أحرزه فى السفر الفضائى.

- من استخداماته: اللمبات الكهربائية (جزئيًا لأنها عادة ما يعـــاد ملئهـــا بعـــد تفريغهـــا بغـــاز الأرجـــون **argon** لحمايـــة ســـلك التنجـــستين) واللحـــام الإليكترونى وحفر الكليـــشيهات وصـــناعة أشـــباه الموصـــلات والأنابيـــب الخالية والمكانس الكهربية وعلم المعـــادن والميكروســـكوبات الإليكترونيـــة وأجهزة الطرد المركزى... إلى آخر ما لا يعيه الحصر.

الشق الدودى Wormhole:

- الشق الدودى فى الفيزياء سمة حدسية لطبوغرافيـــا الزمكـــان والتـــى تعبـــر أساسًا عـــن اختـــصار الطريـــق **shortcut** عبـــر الزمكـــان، وهـــى ذات فمَّين أو فتحتين على الأقل والمرتبطان بحلقوم واحـــد، كمـــا تعتبـــر طريقـــًا للارتحال من فتحة إلى أخرى للمرور عبـــر الحلقـــوم، وبينمـــا لـــيس ثمـــة دليل يمكن ملاحظته على هذه الشقوق الدودية، فهـــى تعتبـــر حـــلا صـــالحًا فى مجال النسبية العامة.

- كان "جون هويلر" أول من صاغ المصطلح عام ١٩٥٧، وإن كان "هيرمـــان ويلى" **Hermann Weyl** هو الذى ابتكر الفكرة عام ١٩٢١ فى تحليله عن المادة بتعبيرات من مجال طاقة حقول الجاذبية الكهربية.

- الفكرة الرئيسية فى الأمر أنه فى حالة وجـــود منطقـــة زمكانيـــة متـــضامَّة تعد حوافها غير هامة طبوغرافيا ولكن داخلها غيـــر مـــرتبط مـــع بعـــضه

على نحو بسيط، فثمة شق دودى يربط بين الأماكن البعيدة فى الكون والذى يستطيع المسافر الفضائى أن ينتقل عبرها إذا كانت سرعته قريبة جدًا من سرعة الضوء.

- وثمة أنواع من هذه الشقوق: تلك التى يمكن عبورها من كون مواز للكون الآخر تسمى شق شوارزتشيلد الدودى، ثم تلك التى يمكن استخدامها للارتحال فى الزمن سواء إلى الماضى أو إلى المستقبل أى أنها اختصار الطريق من نقطة فى الزمكان إلى أخرى، كما لها استخدام مشابه فى نظرية "الأوتار الكبرى أو العظمى"، وفى النهاية فهى تعتبر عنصرًا من رغاوى الزمكان **spacetime foam** بمعنى يقترب من مخلفات الزمكان.

زيليون **Zillion**:

- تحفل اللغة الإنجليزية بعدد من الكلمات للتعريف والتفكه إزاء الأرقام سواء لأحداث السخرية منها وللمبالغة أو عندما تكون الدقة غير مطلوبة وغير ضرورية.
- هذه الكلمة "زيليون" واحدة منها، وبصفة خاصة لو لاحظت نهايتها "يون" كما فى مليون وبليون وتريلليون وهكذا، أى أنها عادة ما تستخدم كنوع من تصوير رقمًا كبيرًا عن المعتاد مثل البليون وغيرها ويتوقف استخدامها ومن ثم فهمها طبقًا للسياق الذى ترد فيه ولكنها تعبر عن رقم كبير لدرجة عدم إمكان قياسه أو غير مفهوم جيدًا للعقل البشرى العادى.
- ويفهم من ذلك أنها كلمة لا صلاحية لها من الناحية الرياضية أو أى نظام مقبول باعتبار أى منها ليس أكبر وأصغر من غيره.

- وثمة كلمات مشابهة عديدة مثل أنانليون **Ananillion**، وباجيلون **bajillion** وسكويليون **squillion** وجونليون **gonillion**، وأمبتيليون **umptillion**... إلخ.



المؤلف فى سطور:

بول ديفيز

- حصل على الدكتوراه من قسم الفيزياء بجامعة لندن عام ١٩٧٠، وشغل عدة مناصب أكاديمية متعددة بجامعات: كمبريدج ولندن ونيوكاسل وأدليد وكوينزلاند وماكواير والكلية الملكية بلندن، كما يحمل ثمان عضويات بمنظمات علمية احترافية دولية، وخمسة أخرى بكل من أمريكا وأستراليا فضلاً عن الصفة الاستشارية لأكثر من ١٥ مؤسسة ومجلس إدارة ومراكز بحث ودور نشر ومعاهد جميعها تتصف بالصبغة العلمية.
- يشغل حاليًا وظيفة أستاذ للفلسفة الطبيعية فى المركز الاستشارى للبيولوجيا الفلكية بجامعة ماكواير **Maquarie**.
- يكتب بشكل شبه منتظم لبعض الجرائد اليومية والصحف الدورية والمجلات البارزة فى عدة دول لتغطية مجالات علمية ووجهات النظر السياسية والاجتماعية للعلم والتكنولوجيا فضلاً عن عضويته فى المنتدى الاقتصادى العالمى **World Economic Forum**.
- أقام عدة مؤتمرات علمية بمعظم الجامعات المشار إليها حول الفلك والفيزياء والرياضيات – كما تشمل أوراقه البحثية والموضوعات الأثيرة لديه والتى تدل عليها عناوين كتبه الموجودة بقائمة كاملة هنا والتى بلغت أكثر من ٢٠ مؤلفاً ترجمت لأكثر من ٢٠ لغة.
- له باع طويل فى ميادين الإذاعة والتليفزيون مشاركًا فى حلقات نقاش ومتحدثًا فى سلسلة حلقات علمية تصل الحلقة فيها إلى ٤٥ دقيقة أذيعت فى الـ **BBC** والتى حققت نجاحًا ملحوظًا وتحولت إحداها إلى كتاب حول نظرية "الأوتار الهائلة" والذى أكسبه زمالة الكتاب العلميين – كما شملت الحلقات موضوعات مثل: "مهد النشأة الأولى" و "الأسئلة الكبرى" و "مزيد من الأسئلة الكبرى".
- فاز بعدة جوائز علمية يصعب حصرها هنا ومن بينها مما تجب الإشارة إليه

فوزه بجائزة جامعة جنوب ويلز عام ١٩٩٢ عن كتاب العام العلمى وذلك عن مؤلفه المعنون "عقل الله" (وهو بحث علمى فى أصل الكـون)(*) وفـى عـام ١٩٩٥ فاز بجائزة تمبلتون عن "التقدم العلمى" وهى أكبر جائزة دوليـة عـن المجالات الإبداعية فى المجال والتى قدمها له الأمير فيليب بحفل أقـيم فـى كنيسة ويستمنستر أمام جمع من الحضور فى حدود ٧٠٠ مدعو.

- ربما لجميع هـذه الأنـشطة انتخـب عـام ١٩٩٩ عـضوًا بالجمعيـة الملكيـة للأدب.
- فوق ذلك كله – ومعه – اكتسب خبرات معتبرة فـى مجـال إدارة الكليـات والمعاهد العلمية والتدريس بها، فضلاً عن العديد جدًا من الأوراق البحثية التى يعد من أبرز إنجازاتها ما يلى:-

١. نجح فى وضع مخطط لفهم فكـرة "فيزيـاء تماثـل الـزمن قـبلاً والآن" مما ساعد على إحداث تقدم ما فى هذا الموضوع "سهم الزمن".

٢. وجد مع آخرين فى منتـصف الـسبعينات أن ثمـة فوتونـات تنـتج مـن استثارة سطح عاكس بشكل عنيف ورغـم ضـعف تـأثير الظـاهرة فقـد أثمرت فى مجال ظهور ومضات ضوء أو صوت داخل وسط سائل.

٣. توصل إلى حالة أو وضع أبسط مشابه لما أعلنه هوكنج مـن أن الثقـوب السوداء ليست كذلك وإنما بالنسبة لملاحظ بعيد تنفث حرارة راديوية، وهو النموذج الذى وصل إلى مثله بعد عام ويليـام أورو **William Uuruh** وهى الظاهرة التى أصبحت تعرف بـ "تأثير أورو" وأحيانًا بـ "تـأثير أورو / ديفيز" وذلك منذ منتصف السبعينات من القرن الماضى.

(*) قمت بترجمتة أيضا للغة العربية ، ومن مراجعة أ.د. عبد الرحمن عبد الله الشيخ فـى الـسياق الدينى للكتاب و أ.د. عادل أبو المجد فى سياقه العلمى – وهو حاليًا من إصدارات المركـز القومى للترجمة تحت الطبع بعنوان "الاقتراب من الله".(المترجم)

٤. اكتشف مع آخرين أيضًا أن الظاهرة التى يطلــق عليهــا أساسًــا الــشذوذ فى البعد الزاوى لكوكب سيار فى أقرب نقطة لــه إلــى الــشمس تمثــل إحراجًا لمحتوى مجالات الكم فى تفاعلها مع مجالات أخرى.

٥. فى منتصف السبعينيات أيضًا وضع بالمــشاركة مــع تلميــذه تــيم بــنش **Tim Bunch** ما يعــرف باســم "الحالــة الفراغيــة الكميــة لبــنش / ديفيز".

٦. وفى عام ١٩٧٧ اكتشف حقيقة مهمة عن خواص الديناميكا الحرارية للثقوب السوداء.

٧. فى عــام ١٩٨١ عثــر علــى حــل ممكــن للمعــضلة الدائمــة للكــون والمعروفة حاليًا باسم "معضلة الطاقة السوداء".

٨. فى بداية التسعينيات اقترح أن الحياة ربما بدأت فوق كوكــب المــريخ ثــم انتشرت فوق الأرض (أو العكس) على صخور قُذف بها بواسطة مذنبات هائلة صنعت أى منهما، وبعد سنوات من التشكك فى هذا الاقتراح نوقش الأمر موسعًا بمعرفة جى ميلوش **Jay Melosh** ولكن الفكرة الرئيــسية أصبحت مقبولة من قبل علماء البيولوجيا الفلكية.

٩. فاز عام ٢٠٠٢ بجائزة ميشيل فاراداى **Michael Foraday**.

أعمــــــال المؤلــــــف Books

"**The Physics of Time Asymmetry**" Surrey University Press / University of California Press (1974).

"**Space and Time in the Modern Universe**" Cambridge University Press (1977).

"**The Runaway Universe**" J. M. Dent (1978).

"**The Forces of Nature**" Cambridge University Press (first edition 1979; second edition 1986).

"**Other Worlds**" (UK server) J. M. Dent (1980).

"**The Edge of Infinity**" J. M. Dent (1981).

"**The Search for Gravity Waves**" Cambridge University Press (1980).

"**The Edge of Infinity**" (UK server) J. M. Dent (1981); revised edition, Penguin (1994).

"**The Accidental Universe**" Cambridge University Press (1982).

"**Quantum Fields in Curved Space**" (with N.D. Birrell) Cambridge University Press (1982).

"**God and the New Physics**" (UK server) J. M. Dent (1983).

"**Superforce (UK server)**". Heinemann (1984); revised edition, Penguin (1995).

"**Quantum Mechanics**" Routledge & Kegan Paul (1984); second edition, Chapman & Hall (1994).

"**The Ghost in the Atom**" (with J. R. Brown) Cambridge University Press (1986).

"**Fireball**" Heinemann (1987).

"**The Cosmic Blueprint**" (UK server) Heinemann (1987); revised edition, Penguin (1995).

"**Superstrings: A Theory of Everything?**" (with J.R. Brown). Cambridge University Press (1988).

"**The New Physics**" (ed.) Cambridge University Press (1989).

"**The Matter Myth**" (UK server) (with J. Gribbin) Simon & Schuster ? Viking (1991).(*)

"**The Mind of God**" (UK server) Simon & Schuster ? (1992).

"**The Last Three Minutes**" Basic Books / Weidenfeld & Nicolson (1994).(**)

"**About Time**" (UK server) Simon & Schuster ? Viking (1995).

"**Are We Alone ?**" (UK server) (1995).(***)

"**The Big Questions**": Paul Davies in Conversation with Phillip Adams Penguin (1996).

"**More Big Questions**". ABC Books (1998).

"**The Fifth Miracle**" (UK server) Penguin / Viking (1998).

"**How to Build a Time Machine**" Penguin 2001.

"**The Origin of Life**" Penguin Books 2004 – Arevised and detailed edition of his book "The Fifth Miracle".(****)

(*) ترجمه للعربية م. على يوسف على بعنوان : المادة الأسطورة – من إصدار الألف كتاب الثانية (المترجم)

(**) ترجمه للعربيه أ. هاشم أحمد هاشم بعنوان : الدقائق الثلاث الأخيرة . (المترجم)

(***) ترجمه للعربية د . السيد على بعنوان : المفهوم الحديث للزمان والمكان (المترجم)

(****) قمت بترجمته للعربية بعنوان : أصل الحياه من مراجعة أ.د. عادل أبو المجد وهو حاليا من إصدارات المركز القومى للترجمة تحت الطبع . (المترجم)

المترجم فى سطور :

" منير شريف "

- من مواليد ١٩٣٩ بالمنصورة محافظة الدقهلية .

- حاصل على ليسانس الحقوق من جامعة عين شمس فى يناير ١٩٦١ .

وأيضا على ليسانس الآداب قسم فلسفة من جامعة القاهرة فى مايو ١٩٧٣.

ودبلوم المعهد العالى للنقد الفنى بأكاديمية الفنون صيف ١٩٨٥ .



المراجع فى سطور:

عادل يحيى أبو المجد

المؤهلات العلمية:

- دبلوم فى الفيزياء النظرية النووية من جامعة موسكو (روسيا) ١٩٦٣.
- دكتوراه الفلسفة **Ph.D.** فى الفيزياء الرياضية من جامعة خاركوف (أوكرانيا) ١٩٩٦م.
- دكتوراه العلوم **D.Sc.** فى الفيزياء النظرية من جامعة القاهرة ١٩٧٩م.

الوظائف:

- تدرج فى الوظائف من معيد إلى أستاذ مرورًا بهيئة الطاقة الذرية وكلية العلوم جامعة القاهرة وجامعة الملك عبد العزيز بالسعودية، وأستاذًا زائر بمعهد ماكس بلانك للفيزياء النووية بهايدلبرج بألمانيا ثم جامعة ويسكونس بالولايات المتحدة الأمريكية، ثم أستاذًا بقسم الرياضيات بكلية العلوم جامعة الزقازيق وخلال ذلك معارًا إلى جامعة الإمارات العربية المتحدة أستاذًا بقسم الرياضيات.
- وحاليًا أستاذ للفيزياء بكلية الهندسة جامعة سيناء.

عضوية الجمعيات العلمية:

- عضو مشارك بالمركز الدولى للفيزياء النظرية فى تريستا بإيطاليا منذ ١٩٦٨م.
- زميل جمعية ألكسندر فون هومبولدت فى بون بألمانيا منذ ١٩٧٤م.
- عضو اللجنة الاستشارية بالمعهد الدولى للفيزياء النظرية والتطبيقية فى "أيوا" بالولايات المتحدة الأمريكية منذ ١٩٩٥م.

الجوائز والأوسمة:

- جـــائزة الدولـــة التـــشجيعية للعلـــوم الفيزيقيـــة مرتـــان أعـــوام ١٩٦٩م، ١٩٧٧م.
- وسام العلوم والفنون من الطبقة الأولى عام ١٩٧١م.
- وسام الاستحقاق من الطبقة الثانية عام ١٩٧٩م.
- حصل مؤخرًا على جائزة الدولة للتفوق العلمى عن عام ٢٠٠٨

التصحيح اللغوى : نهاد فهمى
الإشراف الفنى : حسن كامل



راودت عقول مؤلفى الخيال العلمى ومن ثم العلماء، خاصة فى الفيزياء النظرية وعلوم الفلك، فكرة ابتكار "آلة زمن" تستطيع أن تركبها وتضغط على بعض الأزرار فتنطلق بك المركبة إلى أى عصر تكون قد اخترته سواء فى الماضى أو المستقبل وتطلع بالتالى عليه، بل تعيش مجرياته بما فيه الالتقاء بمن تريد إحياءه كالمسيح مثلاً أو يوليوس قيصر... إلخ.

ولقد بدأت تتبلور هذه الأحلام من نهايات القرن 19 بل ربما قبله، ثم جاء عصر التسارع العملى بكل زخمه وإنجازاته المفرطة التزايد، خاصة منذ منتصف القرن العشرين حتى الآن؛ حيث أصبح الحلم قابلاً للتحقيق من خلال المعادلات الرياضية ونماذجها. وعبر الفروض الفيزيائية المعتبرة تجريبياً. هذا وإن استحال تنفيذه عملياً نظرًا لاحتياجه مادياً إلى كم من الأموال يصعب تصوره، فضلاً عن مزيد من البحث والتجريب. وفى هذه الأخيرة يتسابق العلماء يحدوهم الأمل فى تحقق ذلك يومًا فى قابل الأيام مهما قرب أو نأى.

وها هنا ومع اضطراد صفحات الكتاب يصحبك المؤلف فى رحلة قصيرة نوعًا ما، يستعرض معك فيها كل الأفكار التى تناولت الموضوع منذ البدء حتى الآن سواء فى الخيال العلمى - حتى الأفلام السينمائية - أو المبادئ العلمية التى تحكم الأمر برمته، ويذهب إلى أبعد من ذلك؛ حيث يحدد مكونات المصنع الذى سينتج هذه الآلة المستحيلة!

